



Escola de Camins

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports
UPC BARCELONATECH

Proyecto de remodelación de la carretera C-245 entre Castelldefels y Gavá

Treball realitzat per:

Alberto Caballero Sánchez

Dirigit per:

Daniel Rodríguez Aranda

Grau en:

Enginyeria Civil

Barcelona, **junio de 2016**

Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori

TREBALL FINAL DE GRAU

ÍNDICE

Documento 1: Memoria y anexos a la memoria

Documento 2: Planos

Documento 3: Pliego de Prescripciones Técnicas

Documento 4: Presupuesto



Documento 1:

Memoria y anexos a la memoria

MEMORIA

ÍNDICE

1. Datos básicos del proyecto	1
1.1. Localización	1
1.2. Tipo de obra	1
2. Motivación	1
2.1. Historia de la carretera.....	1
2.2. Objetivos	2
3. Análisis de alternativas.....	2
4. Descripción de la solución adoptada	3
4.1. Separación del proyecto en tramos	3
4.2. Descripción del proyecto.....	4
4.3. Movimientos de tierra y demoliciones	5
4.4. Pavimentos utilizados en el proyecto	6
4.4.1. Carril bici.....	6
4.4.2. Calzada	6
4.4.3. Acera	7
4.5. Sistema de drenaje.....	7
4.6. Alumbrado público.....	7
4.6. Espacios verdes	7
4.7. Paradas de autobús.....	8
4.10. Señalización.....	8
4.11. Expropiaciones	8
4.12. Mobiliario urbano	9
4.13. Plan de obra	9
5. Estudio Impacto Ambiental.....	10
6. Estudio de Seguridad y Salud	10
7. Justificación de precios	11
8. Revisión de precios.....	11
9. Resumen del presupuesto.....	12
10. Clasificación del contratista	12
11. Plazo de ejecución y garantías	13
12. Contenido del proyecto.....	13
14. Conclusiones.....	15

1. Datos básicos del proyecto

1.1. Localización

El proyecto de remodelación de la carretera C-245 se sitúa entre los municipios de Castelldefels y Gavá. Este tramo que conecta ambas localidades tiene una longitud de unos 2 km. El ámbito de actuación del proyecto queda delimitado por el final de la Avinguda de la Constitució en Castelldefels y la intersección de las calles Salamanca y Riera de les Parets con la carretera C-245 en Gavá.



Figura 1. Ámbito del proyecto. Fuente: elaboración propia a partir de Google Earth.

1.2. Tipo de obra

Se trata de una obra de remodelación de una carretera que transcurre en espacios considerados como suelo urbano y suelo urbanizable.

2. Motivación

2.1. Historia de la carretera

La carretera C-245 es una vía comarcal que comunica Castelldefels con Cornellà, pasando por Gavá, Viladecans y Sant Boi de Llobregat. Desde sus orígenes, su función fue la de unir estas poblaciones con Barcelona y otras ciudades situadas en su área metropolitana por el norte, y con Sitges y municipios de la Costa Brava por el sur. Primero con la construcción de la autovía C-31, también conocida como la Autovía de Castelldefels, y después con la inauguración de la autopista C-32, los trayectos de larga distancia se trasladaron a estas dos últimas vías de mayor capacidad, provocando un cambio de uso en la carretera C-245, asumiendo una función más urbana con un tráfico focalizado en desplazamientos más cortos y entre localidades vecinas. Actualmente, a su paso entre Castelldefels y Gavá, la carretera no ha sufrido ninguna modificación, a pesar de que el volumen de tráfico no ha disminuido con el paso del tiempo.

Además su uso y las necesidades de la población han cambiado mucho a lo largo de los años, convirtiéndose en una vía que recoge principalmente un tráfico de corto recorrido y que también es utilizada por peatones y ciclistas a pesar de no estar preparada para ello.

2.2. Objetivos

Los objetivos del proyecto que se mencionan a continuación han surgido a partir de la observación de la problemática existente en este tramo de la C-245.

- Remodelar una carretera que ha quedado deteriorada con el paso de los años y que aguanta un volumen de tráfico elevado.
- Unir los dos municipios con un carril bici y promover el uso de la bicicleta.
- Facilitar a los ciudadanos que puedan desplazarse a pie por la zona y poder ir de un municipio a otro caminando.
- Incrementar la seguridad de los ciclistas y peatones.
- Renovar las paradas de autobús existentes que actualmente se encuentran en mal estado.
- Evitar que los autobuses obstaculicen a los vehículos cuando tengan que realizar paradas.
- Instalar un sistema de iluminación viaria para dar más seguridad a los usuarios.
- Construcción de una rotonda en la intersección de la calle Isaac Peral con la C-245 para facilitar y añadir nuevos cambios de dirección.
- Descongestionar la vía de vehículos privados.

Uno de los objetivos principales del proyecto es conectar las dos ciudades con un carril bici y una acera para los peatones. Hoy en día, ambos tienen que desplazarse por el arcén de la carretera actual, poniendo en riesgo su seguridad. De este modo, se pretende darle un uso más urbano a este tramo y potenciar el uso de la bicicleta y del transporte público entre Castelldefels y Gavá y el resto de municipios cercanos del Baix Llobregat.

3. Análisis de alternativas

Tal y como se describe y justifica en el *Anexo 5. Análisis de alternativas*, la solución escogida para la colocación de la acera y del carril bici está condicionada por el trazado de la carretera actual y por los elementos situados alrededor de la misma. Existen tramos en los que hay más libertad de movimiento ya que no existen condicionantes externos, como edificios o áreas ocupadas por negocios, y zonas en las que estos elementos han condicionado el paso de la propuesta presentada en este proyecto.

El nuevo trazado de la C-245 será un poco diferente al actual debido a la construcción de la nueva rotonda. Se respeta el trazado actual en la salida de Castelldefels y la entrada a Gavá, pero se modificará levemente en el tramo intermedio. También se aprovechará la remodelación para distribuir de una manera más eficiente el espacio destinado a la carretera dentro de los municipios, creando nuevas zonas de parking, zonas verdes y nuevas aceras.

Con todo, se considera que la solución adoptada es válida para resolver el problema existente, sin ser la única posible, consiguiendo una armonía entre los diferentes espacios, funciones y modos de transporte.

4. Descripción de la solución adoptada

4.1. Separación del proyecto en tramos

Para facilitar el seguimiento de las diferentes actuaciones que se incluyen en el proyecto, su ámbito se divide en diferentes tramos.



Figura 2. Separación del tramo. Fuente: elaboración propia a partir de google Earth.

- Tramo 1 (Castelldefels): Desde el final de la Avenida de la Constitución en la glorieta hasta la intersección con la calle Isaac Peral.
- Tramo 2 (Gavá): Hasta la rotonda situada delante del Parc del Calamot.

- Tramo 3 (Gavá): Hasta la rotonda que da entrada al municipio, situada al lado de la estación de servicio.
- Tramo 4 (Gavá): Último tramo que llega hasta la intersección de la C-245 con de las calles Salamanca y Riera de les Parets.

4.2. Descripción del proyecto

Tramo 1

El tramo final de la Avenida de la Constitución es un punto ideal para la localización de la entrada de un carril bici a la ciudad de Castelldefels. La acera del lado montaña es suficientemente ancha como para que no se produzcan problemas entre peatones y ciclistas. La acera está dividida por la mitad por una fila de árboles, los cuales se pueden aprovechar para establecer la separación entre la zona peatonal y el carril bici. Los ciclistas entrarán/saldrán del pueblo por el lado derecho de la rotonda que marca la salida del municipio.

A partir de este punto, se colocaría el mobiliario necesario para las paradas de autobús de la zona y de la acera, situada en el lado montaña en todo su recorrido. En este tramo, el carril bici se situará en el lado derecho de la calzada.

Al final del tramo, antes de llegar a la rotonda que se propone, el carril bici cambiaría de lado, pasando al lado montaña hasta el final del proyecto.

La sección escogida respeta los espacios ocupados por los edificios y negocios cercanos a la carretera.

Tramo 2

En el inicio de este tramo, se propone la construcción de una rotonda en la intersección con la calle Isaac Peral. Esta calle es muy utilizada ya que da acceso al Tanatorio de Gavá y al polígono industrial Cami Ral. Los vehículos que vienen por esta calle para incorporarse a la C-245 se ven obligados a girar en dirección a Gavá, y las personas que circulen en sentido Castelldefels y quieran acceder al polígono industrial o cercanías, tienen que llegar hasta la entrada del municipio y cambiar de sentido en la rotonda más cercana para después volver y acceder a la calle Isaac Peral. Lo mismo sucede con el club de hípica y la zona de viviendas situada en el lado montaña.

La rotonda también da lugar a una reubicación de la parada de bus situada en el lado montaña y una mejora de las condiciones de la misma, así como de la entrada que da acceso al club de hípica y a las viviendas. Aprovechando el desplazamiento de la calzada, se puede realizar un

apartadero para la parada del bus del lado mar, de modo que los autobuses no estorben al tráfico cuando realicen paradas.

A partir de este punto, el carril bici y la acera están situados en el lado montaña y existe suficiente espacio como para que la nueva calzada disponga de un arcén y una berma adecuados. También se incorpora un espacio para la vegetación, con el objetivo de establecer un elemento de separación entre el tráfico de vehículos y el carril bici. Este tipo de sección es el que transcurre a lo largo de todo este tramo.

Tramo 3

Vuelve a repetirse la misma sección que en el tramo anterior. En este caso, hay un parking situado antes de la estación de servicio, el cual tendrá que verse reducido unos pocos metros para que la sección propuesta pueda mantener las dimensiones adecuadas.

Tramo 4

En esta zona, se mantienen todos los elementos estructurales que existen actualmente. En el lado izquierdo, la acera situada delante del pequeño muro queda eliminada para dar lugar a una nueva zona verde, y el carril bici y la zona peatonal se sitúan detrás de él. Las paradas de autobús también quedan mejoradas. La que está situada en sentido Gavá sufre un cambio completo con la incorporación de una acera que dé más seguridad a los usuarios, mientras que la de lado montaña sufre una pequeña reubicación para que la parada del autobús no estorbe la circulación del tráfico, gracias a un apartadero para los autobuses.

Actualmente, después de la parada existe una zona de cebreado sin ningún tipo de uso. El proyecto propone la ubicación de plazas de parking para solucionar este problema.

4.3. Movimientos de tierra y demoliciones

Dado que el terreno adyacente está a una cota inferior que la calzada actual, será necesaria la aportación de tierras para conseguir una nivelación que permita la construcción de las secciones propuestas en el presente proyecto. Además, dado que el trazado de la carretera actual deberá verse modificado, se demolerá todo el pavimento y la acera actual para poder implantar el nuevo trazado que se propone.

Las mediciones de los movimientos de tierras totales y de las demoliciones son las que vienen resumidas en la siguiente tabla.

Concepto	Medición
Terraplén	54.495,24 m ³
Demoliciones	78.556,18 m ²

Tabla 1. Resumen de los valores obtenidos.

También hay que tener en cuenta que la carretera está rodeada por campos de cultivo y zonas con abundante vegetación. Al ser la sección transversal más grande que la actual, estas áreas deberán ser invadidas en mayor o menor medida según el tramo en cuestión. De modo que será necesario un desbroce del terreno previo a la colocación de los terraplenes. El área sobre la que se deberán realizar estos trabajos previos tiene una extensión igual a 35.465,15 m².

Todos estos cálculos se pueden consultar detalladamente en el *Anexo 10: Movimientos de tierra y demoliciones*.

4.4. Pavimentos utilizados en el proyecto

A continuación se definen los pavimentos que se han adoptado para el carril bici, la calzada y la acera en el ámbito del proyecto.

La justificación del presente apartado se encuentra en el *Anexo 7: Pavimentos*.

4.4.1. Carril bici

Se utilizará un pavimento de hormigón HF-3,5 de color rojo oscuro.

4.4.2. Calzada

La elaboración del firme se realizará de la siguiente manera:

- Cada de rodadura: 4 cm de mezcla bituminosa AC16 surf D B60/70.
- Riego de adherencia del tipo ECR-1 con una dotación de 0,6 Kg/m².
- Capa intermedia: 10 cm de mezcla bituminosa AC 22 bin D B60/70.
- Riego de adherencia del tipo ECR-1 con una dotación de 0,6 Kg/m².
- Capa base: 8 cm de mezcla bituminosa AC32 base S B60/70.
- Riego de adherencia del tipo ECR-1 con una dotación de 0,6 Kg/m².
- Capa base: 8 cm de mezcla bituminosa AC32 base S B60/70.
- Riego de imprimación del tipo ECL-1 con una dotación de 1,2 Kg/m².
- Base granular: 25 cm de zahorra artificial.

4.4.3. Acera

El pavimento destinado para el espacio del peatón que se ha escogido es la losa de hormigón.

4.5. Sistema de drenaje

Debido a los importantes cambios en la sección de la carretera respecto al estado actual, se ha diseñado una red de imbornales que permitan evacuar las aguas pluviales.

Actualmente este tramo no dispone de ninguno de estos elementos, ya que el drenaje se efectúa gracias a la pendiente transversal de la calzada. Al estar el terreno adyacente a una cota inferior, toda el agua que cae sobre la calzada se dirige por bombeo hacia los campos.

Para calcular la distancia mínima entre imbornales se ha utilizado el método racional. Todos los cálculos y consideraciones se encuentran en el *Anexo 8: Drenaje superficial*.

Como elementos auxiliares a la red se contempla la utilización de pozos de registro. Se situarán en aquellos puntos en los que se produzca un cambio en el trazado o haya más de 50 m de colector sin una obertura. También se contempla el uso de imbornales de recogida de agua.

4.6. Alumbrado público

Se ha dimensionado la red de iluminación pública para todos los tramos. A pesar de que en el Tramo 4 ya existen elementos de alumbrado, estos se sustituirán por los que se presentan en el proyecto. Con esto se pretende que todos los tramos dispongan de los mismos elementos.

Los cálculos se han realizado a través de la página web de Philips teniendo en cuenta la normativa vigente. Se pueden consultar en el *Anexo 9: Sistema de Iluminación*.

El objetivo consiste en instalar una red de alumbrado que de luz a peatones, ciclistas y vehículos al mismo tiempo en todo el ámbito del proyecto.

4.6. Espacios verdes

Para dotar de una mayor seguridad a los ciclistas que circulen por el carril bici respecto de los vehículos, se ha diseñado una franja de separación ocupada por arbustos y árboles. Está definirá un elemento de separación entre los dos modos de transporte, además de que dotará a la vía de un aspecto visual agradable.

A causa de las obras de ampliación de la sección actual, será necesario eliminar zonas de campo ocupadas por hierbas a ambos lados de la calzada. Al final del Tramo 3, también será necesario trasplantar todos los árboles situados en el lateral del parking, así como los que están colocados

detrás del pequeño muro del Tramo 4 en el lado montaña. En esta zona, también se va a añadir una nueva zona verde en la parte más cercana de la calzada al muro existente.

Hay que destacar que se producirá un elevado contraste entre el ámbito del proyecto y los terrenos adyacentes una vez finalicen las obras de remodelación. Para disminuir este efecto, se colocará una zona de transición vegetal ocupada por césped natural y árboles entre la acera y los campos de conreo.

4.7. Paradas de autobús

Todas las paradas de autobús que existen en este tramo en la actualidad, carecen de apartaderos donde los autobuses puedan realizar sus paradas sin molestar a los demás vehículos que circulan por detrás. El proyecto propone dotar a todas ellas de zonas separadas de la calzada principal donde los autobuses puedan efectuar sus paradas sin entorpecer la circulación de vehículos.

También se va a aprovechar para colocar en cada una de ellas el mobiliario necesario para que la gente pueda refugiarse en caso de lluvia y pueda descansar.

4.10. Señalización

El conjunto de los elementos que configuran la señalización queda definidos en el *Anexo 13: Señalización*, donde se describe también la ubicación de cada uno de los elementos.

Señalización vertical

Se siguen los criterios expuestos en la Instrucción de Carreteras 8.1-IC de “Señalización Vertical”.

Señalización horizontal

Se siguen los criterios expuestos en la Instrucción de Carreteras 8.2-IC de “Marcas Viales”.

4.11. Expropiaciones

Las expropiaciones de los terrenos por donde transcurre la carretera son imprescindibles para efectuar el proyecto. En el *Anexo 11: Expropiaciones* se detallan todas las características de las expropiaciones.

Las valoraciones de los terrenos a expropiar también se incluyen en el *Anexo 11*. A continuación se muestra una tabla donde se resumen las valoraciones realizadas.

Tipo de afectación	Coste
Expropiaciones	151.049,46 €
Ocupación temporal	8.296,81

Tabla 2. Resumen expropiaciones.

4.12. Mobiliario urbano

Dada la tipología de la obra y su lugar de ubicación, el mobiliario urbano no resulta un elemento principal en la remodelación de la carretera, por lo que los únicos elementos seleccionados son los siguientes:

- Papeleras: modelo Barcelona inoxidable.
- Bancos: modo madera.
- Jardineras: modelo Diagonal.

Todo el mobiliario se ha escogido de Grup Fàbregas y pueden ser substituidos por otros elementos de características similares. Todas las características de estos elementos se pueden consultar en el *Anexo 14: Mobiliario Urbano*.

4.13. Plan de obra

Las obras que se realizan en el proyecto se ejecutarán en 4 fases, una para cada tramo, de manera que se afecte en la menor medida posible los desplazamientos por la zona y se pueda ir reconduciendo el tráfico con el paso del tiempo.

Fase 1

Comprende la construcción del primer tramo. Mientras dure esta primera fase, se intentará facilitar la entrada y salida de los vehículos en la medida de lo posible a las empresas situadas al inicio de este tramo.

Las personas que se dirigían en sentido Gavá por este tramo, deberán utilizar la C-32 o en la Plaza Colón tomar la salida de la Avinguda del Canal Olímpic y girar por el Carrer Galileu hasta llegar a la calle Isaac Peral, donde podrán volver a incorporarse a la C-245 por el Tramo 2. El mismo recorrido pero en sentido inverso tendrán que recorrer los usuarios que utilizaban esta vía para ir dirección Castelldefels. También podrán desplazarse de un municipio a otro utilizando la Carretera de la Sentiu y la Carretera de l'Abocador.

Fase 2

Se inicia la construcción del segundo tramo. En este caso, la comunicación entre los dos municipios quedará cortada en esta zona, siendo la C-32 y la Carretera de la Sentiu conjuntamente con la Carretera de l'Abocador las dos alternativas posibles. El acceso al Club de Hípica y a las viviendas de la zona se realizará por el Tramo 1 y gracias a caminos que se habilitarán por el campo para el paso de vehículos.

El acceso al polígono industrial podrá realizarse a través del recorrido de la Plaza Colón mencionado anteriormente.

Fase 3

Comprende la construcción del tercer tramo. Con los tramos 1 y 2 finalizados, se podrá utilizar la carretera para acceder desde Castelldefels al polígono industrial, al Club de Hípica y a las viviendas, y las dos vías de comunicación entre los municipios seguirán siendo las mismas que en la fase anterior.

Fase 4

Con los 3 primeros tramos finalizados, la C-245 podrá volver a ser utilizada como unión de los dos municipios, a excepción del carril bici y de los peatones. Durante la construcción del tramo 4, una vez los vehículos que se dirigen a Gavá y lleguen a la rotonda situada delante del Parc del Calamot, se dirigirán por la segunda salida y tomarán el Carrer de Manuel Carrasco i Formiguera para entrar en la ciudad. Mismo recorrido en sentido opuesto tendrán que hacer los usuarios que quieran dirigirse dirección Castelldefels utilizando esta vía.

5. Estudio Impacto Ambiental

Dado que el ámbito del proyecto tiene lugar en una zona sobre la que hay prevista un proyecto de construcción de barrios de nueva creación (Pla de Ponent), no se ha tenido en cuenta el estudio de impacto ambiental sobre la zona. El proyecto se sitúa alrededor de zonas de campo de conreo que en el momento que se decida ejecutar el Pla de Ponent pasarán a ser calles residenciales y viviendas. Además, el objetivo del proyecto es introducir mejoras para garantizar la seguridad de los usuarios, afectando en la menor medida de lo posible al terreno adyacente, por lo que el impacto sobre la zona será mínimo. Además todas aquellas especies vegetales existentes que se puedan ver afectadas, podrán retirarse y ser trasplantadas en las zonas verdes que se proponen en el presente proyecto.

6. Estudio de Seguridad y Salud

En cumplimiento con el artículo 4 del Real Decreto 1627/1997 del 24 de octubre, en el presente proyecto se incluye el Estudio de Seguridad y Salud de la obra.

En el *Anexo 16* se mencionan todas las medidas a efectuar para garantizar la seguridad de los trabajadores en la obra. También se definen las instalaciones de salud y bienestar que hay que instalar a pie de obra.

El presupuesto de ejecución material de Seguridad y Salud es igual a CINCUENTA Y TRES MIL TRES CIENTOS OCHENTA Y UN EUROS CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS (53.381,64 €), importe que queda reflejado como partida alzada en el Presupuesto de Ejecución Material (PEM) del presente proyecto.

7. Justificación de precios

La justificación de precios del presente proyecto se basa en el banco de precios de GISA, realizado con los costes de mano de obra, maquinaria y materiales de mercado.

8. Revisión de precios

En cumplimiento con el Decreto 3650/1970 del 19 de septiembre, complementado por el Real Decreto 2167/1981 del 20 de agosto y el artículo 103 del Real Decreto 2/2000 del 16 de junio de Contratos de las Administraciones Públicas (BOE 20/6/2000) y del artículo 104 del RD 1098/2001 del 12 de octubre del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, y al tratarse de un contrato de obra en el que el término de ejecución es mayor de doce meses, se incluye la fórmula polinómica de revisión de precios.

$$K_t = 0,01 \frac{A_t}{A_o} + 0,05 \frac{B_t}{B_o} + 0,09 \frac{C_t}{C_o} + 0,11 \frac{E_t}{E_o} + 0,01 \frac{M_t}{M_o} + 0,01 \frac{O_t}{O_o} + 0,02 \frac{P_t}{P_o} + 0,01 \frac{Q_t}{Q_o} \\ + 0,12 \frac{R_t}{R_o} + 0,17 \frac{S_t}{S_o} + 0,01 \frac{U_t}{U_o} + 0,39$$

Donde,

Los subíndices de los parámetros simbolizan con “t” el momento de ejecución mientras que los subíndices “o” la data de licitación. Así el parámetro “Kt” es el coeficiente teórico de revisión para el momento de ejecución t. Cada parámetro simboliza un índice de coste diferente, así pues A es para el aluminio, B para materiales bituminosos, C para cemento, E para energía, M para madera, O para plantas, P para productos plásticos, Q para productos químicos, R para áridos y rocas, S para materiales siderúrgicos y U para el cobre.

Los índices de precios se publican regularmente en el BOE.

9. Resumen del presupuesto

Aplicando los precios unitarios que figuran en el Cuadro de Precios y las Mediciones del proyecto y teniendo en cuenta las Partidas Alzadas, se obtiene el Presupuesto de Ejecución Material:

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM): 3.447.789,96 €

13% Gastos generales 448.212,69 €

6% Beneficio industrial 206.867,40 €

SUBTOTAL: 4.102.870,05 €

21% IVA 861.602,71 €

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA CON IVA INCLUIDO 4.964.472,76 €

Presupuesto de las expropiaciones 159.346,28 €

Presupuesto Plan de Control de Calidad (con IVA incluido) 83.436,52 €

PRESUPUESTO PARA EL CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN 5.207.255,56 €

El presupuesto para el Conocimiento de la Administración asciende a la cantidad de CINCO MILLONES DOSCIENTOS SIETE MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS.

10. Clasificación del contratista

Se propone la tabla siguiente para la clasificación que se debe exigir a los Contratistas para presentarse a la licitación de estas obras en relación a los artículos 25, 26, 27, 28, 29, 36 y 133 del reglamento general de la Ley de Contratos de la Administración Pública.

Grupos		Subgrupos		Categoría
A	Movimientos de tierras y perforaciones	1	Terraplenes	d
		2	Explanaciones	C
G	Viales y pistas	4	Firmes de mezclas bituminosas	d
		5	Señalización vial	c
K	Especiales	4	Pinturas	c
		5	Jardinería y plantaciones	d

11. Plazo de ejecución y garantías

El plazo de ejecución será de 15 meses y 2 semanas, de acuerdo con el plan de obra previsto. No obstante, el Contratista fijará el plazo de ejecución contractual y de obligado cumplimiento en su oferta. Este plazo estimado debe estar debidamente justificado y tiene que contar con los plazos parciales de finalización de las principales unidades de obra previstas en el proyecto.

Una vez realizada la recepción provisional se inicia el plazo de garantía, durante el cual la infraestructura estará en funcionamiento, y las pérdidas originadas por los desperfectos serán a cargo del contratista. Este plazo de garantía se extenderá a lo largo de un año, momento en el que se ejecutará la recepción definitiva y la devolución de la fianza al contratista, una vez descontados los costes derivados de los desperfectos durante el plazo de garantía u otras sanciones de ámbito administrativo.

12. Contenido del proyecto

A continuación se presentan los documentos que integran el proyecto.

1. Memoria y anexos

Memoria

Anexos

- Anexo 1. Reportaje fotográfico
- Anexo 2. Situación actual
- Anexo 3. Topografía
- Anexo 4. Criterios de diseño
- Anexo 5. Análisis de alternativas
- Anexo 6. Solución adoptada
- Anexo 7. Pavimentos
- Anexo 8. Drenaje superficial
- Anexo 9. Sistema iluminación
- Anexo 10. Movimiento de tierras y demoliciones
- Anexo 11. Expropiaciones
- Anexo 12. Plantación y riego
- Anexo 13. Señalización
- Anexo 14. Mobiliario urbano
- Anexo 15. Plan de obra

- Anexo 16. Estudio de seguridad y salud
- Anexo 17. Justificación de precios

2. PLANOS

- Núm. 1: Localización
- Núm. 2: Sectores
- Núm. 3: Planta General
- Núm. 4: Demoliciones
- Núm. 5: Expropiaciones
- Núm. 6: Terraplenes
- Núm. 7: Drenaje
- Núm. 8: Iluminación
- Núm. 9: Señalización
- Núm. 10: Secciones transversales

3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

4. PRESUPUESTO

- Mediciones
- Cuadro de precios núm. 1
- Cuadro de precios núm. 2
- Presupuesto
- Resumen del presupuesto
- Presupuesto de ejecución por contrata

14. Conclusiones

Considerando que el proyecto queda totalmente definido con los documentos adjuntos y que permite la realización de las obras de remodelación de la carretera C-245 entre Castelldefels y Gavá, se entrega el presente proyecto.

Castelldefels, Junio de 2016

El autor del proyecto

Alberto Caballero Sánchez

ANEXOS A LA MEMORIA

ANEXO 1

Reportaje fotográfico

ÍNDICE

1. Introducción	1
2. Reportaje fotográfico	1

1. Introducción

El siguiente anexo contiene un reportaje fotográfico de la carretera de estudio, con el objetivo de introducir el ámbito del proyecto y su situación actual.

2. Reportaje fotográfico

Las imágenes que se muestran a continuación se han tomado en un recorrido con salida la ciudad de Castelldefels con destino Gavá. Todas ellas han sido tomadas por el autor del proyecto.



Figura 1.



Figura 2.



Figura 3.



Figura 4.



Figura 5.



Figura 6.



Figura 7.



Figura 8.



Figura 9.



Figura 10.



Figura 11.



Figura 12.



Figura 13.

Ahora las imágenes que se muestran corresponden a un trayecto con origen en el municipio de Gavá con destino Castelldefels.



Figura 14.



Figura 15.



Figura 16.



Figura 17.



Figura 18.



Figura 19.



Figura 20.



Figura 21.



Figura 22.



Figura 23.



Figura 24.



Figura 25.



Figura 26.

ANEXO 2

Situación actual

ÍNDICE

1. Introducción	1
2. Localización	1
3. Análisis histórico de la zona	2
4. Análisis de la movilidad de la zona.....	5
4.1. Caracterización básica de la movilidad	5
4.1.1. Vías y modos de transporte	5
4.1.2 Características generales.....	7
4.1.3. Modos de transporte	8
4.1.3 Movilidad de conexión	10
5. División del ámbito del proyecto	11
6. Problemática actual.....	13
6.1. Vehículo privado	13
6.2. Red de carriles bici	14
6.3. Transporte público	16
6.4. Peatones.....	21

1. Introducción

En el siguiente anexo se explica el lugar en el que está situado el proyecto y la problemática actual que existe en la zona que ha motivado su redacción. Se indica su localización geográfica, se describe la evolución a lo largo de la historia y se analiza la movilidad de la zona.

2. Localización

La carretera C-245 está situada en la provincia de Barcelona. Se inscribe en la comarca del Baix Llobregat y une las ciudades de Castelldefels, Gavà, Viladecans, Sant Boi de Llobregat y Cornellà de Llobregat. Estas ciudades, en los últimos años han experimentado un crecimiento urbanístico y demográfico significativo, convirtiendo la carretera en un eje troncal para la comunicación de estos municipios. Recibe un tráfico principalmente local, con origen y destino en las ciudades que se encuentran a su paso.

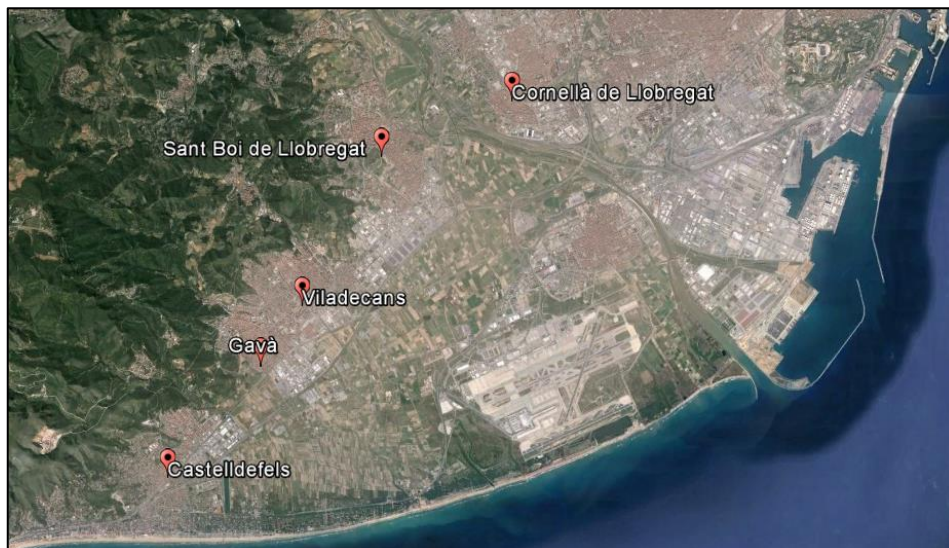


Figura 1. Localización ámbito del proyecto. Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth.

El ámbito del proyecto se reduce únicamente al tramo comprendido entre Castelldefels y Gavà. Tiene una longitud aproximada de unos 2 km y es una de las vías más utilizadas para la comunicación entre las localidades de la zona.



Figura 2. Localización del tramo del proyecto. Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth.



Figura 3. Ámbito del proyecto. Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth.

Castelldefels tiene una extensión de 12,81 km² y su población es de 63.891 habitantes en el año 2015. Por otro lado, Gavá ocupa una superficie igual a 30,90 km² y tiene 46.405 habitantes contados también en el año 2015.

3. Análisis histórico de la zona

En este apartado se va a analizar el desarrollo a lo largo de la historia de Castelldefels y de Gavá, con el objetivo de tener una perspectiva histórica de las necesidades de la zona.

El desarrollo histórico de las dos ciudades ha seguido un ritmo muy paralelo a lo largo de los años. De entre los distintos hechos y circunstancias que han condicionado la evolución histórica de Castelldefels y Gavá, hay que destacar su origen defensivo y militar. Desde siempre han sido un puesto defensivo de la llanura del delta del río Llobregat, frente a enemigos procedentes del mar o del macizo del Garraf. Este carácter defensivo ha sido importante porque ha determinado una rígida estructura feudal de la propiedad.

Las poblaciones son de formación reciente, ya que hasta la primera mitad del siglo XX eran tan sólo agrupamientos de masías que habían estado fortificadas en el siglo XVI para defenderse de los piratas. En este sentido, la cartografía de los años 40 del siglo pasado muestra la existencia de un núcleo urbano edificado que corresponde con el centro actual de los municipios, y un principio de expansión hacia el mar.



Figura 4. Ortofoto de Castelldefels y Gavá en el año 1946. Fuente: ICC

Desde los años 50 del siglo XX, se han consolidado nuevos barrios entorno al núcleo central histórico y hasta la playa, de manera que una gran parte se encuentra actualmente urbanizada. Este fenómeno de ocupación intensiva del territorio producido en los últimos años se ha acentuado debido al crecimiento demográfico provocado por la salida de la población residente en Barcelona. Muchos de estos barrios se han convertido en núcleos urbanos de primera residencia, aunque las tipologías edificatorias fueron proyectadas para otro uso.



Figura 5. Ortofoto de Castelldefels y Gavá en el año 1957. Fuente: ICC

Entre 1950 y 1975, los municipios sufrieron una de las mayores crecidas demográficas a lo largo de su historia. Castelldefels pasó de poco más de 2.000 habitantes a sobrepasar los 20.000. A la cifra de personas empadronadas había que sumarles en épocas de verano todas

las familias que ocupaban casas de segunda residencia. La mayor parte de la población nueva procedía del sur de España, principalmente de Andalucía, y una minoría del resto de Cataluña y de otros países europeos.

Entre la década de los 70 y 80 este crecimiento provocó un incremento de la demanda y, como respuesta, la producción de viviendas, especialmente plurifamiliares. En esta conjuntura, los barrios que más crecieron fueron los periféricos, donde se construyeron también apartamentos de veraneo que poco a poco fueron ocupados por residentes permanentes.

Los siguientes gráficos muestran la evolución de la población de los municipios a lo largo de los últimos años.

Evolución población Castelldefels

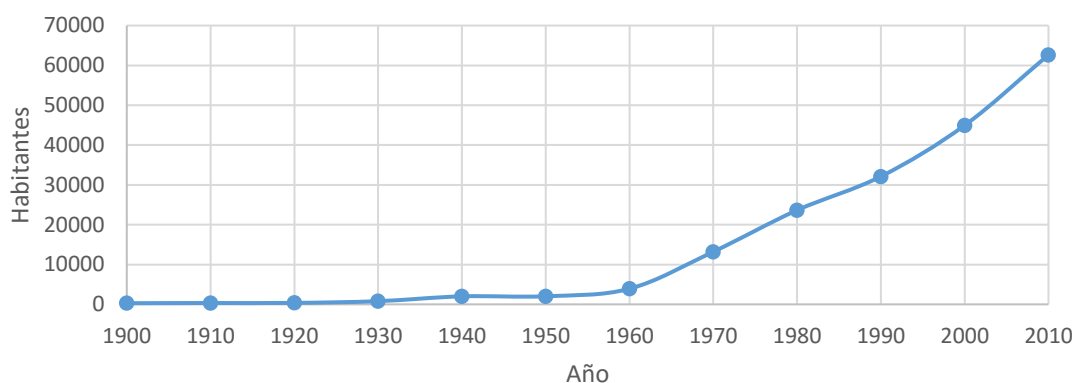


Gráfico 1. Evolución población Castelldefels. Fuente: Ayuntamiento de Castelldefels.

Evolución población Gavá

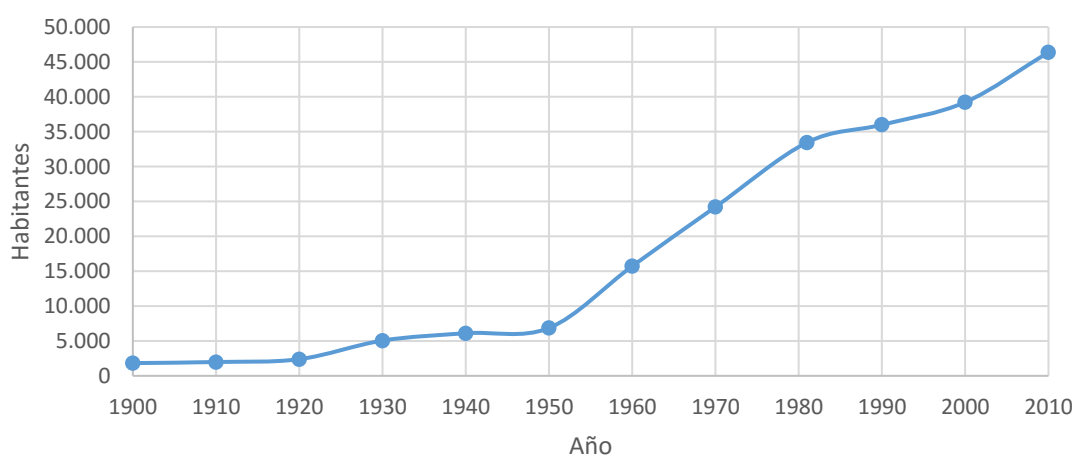


Gráfico 2. Evolución población Gavá. Fuente: Ayuntamiento de Gavá.

A medida que el transporte público ha ido mejorando y el vehículo propio ha ido volviéndose más accesible, estas poblaciones del Área Metropolitana de Barcelona han sido escogidas por muchas personas como lugar de primera residencia para alejarse de la congestión que presentan las grandes ciudades como Barcelona.

Tal y como se puede observar en las imágenes históricas anteriores, inicialmente la C-245 marcó el lugar donde se establecieron los primeros núcleos urbanos, marcando el punto de inicio desde donde fueron desarrollándose con el paso de los años y la llegada de nuevos habitantes.

4. Análisis de la movilidad de la zona

Todos los datos que se han utilizado para la elaboración de este apartado se han extraído de los Cuadernos de Movilidad de ambas ciudades. Recogen una encuesta de movilidad que se realizó en el año 2011.

4.1. Caracterización básica de la movilidad

4.1.1. Vías y modos de transporte

Carreteras

La red viaria principal de la zona está formada por la autopista C-32 y la C-31. Estos ejes permiten la conexión con Barcelona y el resto del territorio metropolitano. Así mismo, la C-245 y la Carretera de la Sentiu también sirven de unión entre Castelldefels y Gavá y el resto de localidades vecinas.



Figura 6. Carreteras próximas al ámbito del proyecto. Fuente. Elaboración propia a partir de Google Earth

En el ámbito de estudio, la carretera C-32 dispone de enlaces con las siguientes poblaciones: Castelldefels, Gavá, Viladecans y Sant Boi de Llobregat antes de llegar al inicio de la Ronda de Dalt. Por otro lado, la C-31 tiene enlaces con la zona costera de Castelldefels y Gavá, el Prat de Llobregat y el Aeropuerto del Prat, y llega hasta la ciudad de Barcelona.

Transporte público

La red de transporte público está formada por:

- Modos ferroviarios
 - Castelldefels: ferrocarril, con dos estaciones (Castelldefels y Castelldefels Playa) de la línea R2 de Renfe Rodalies.
 - Gavá: ferrocarril, con una estación en el municipio de la línea R2 de Renfe Rodalies.

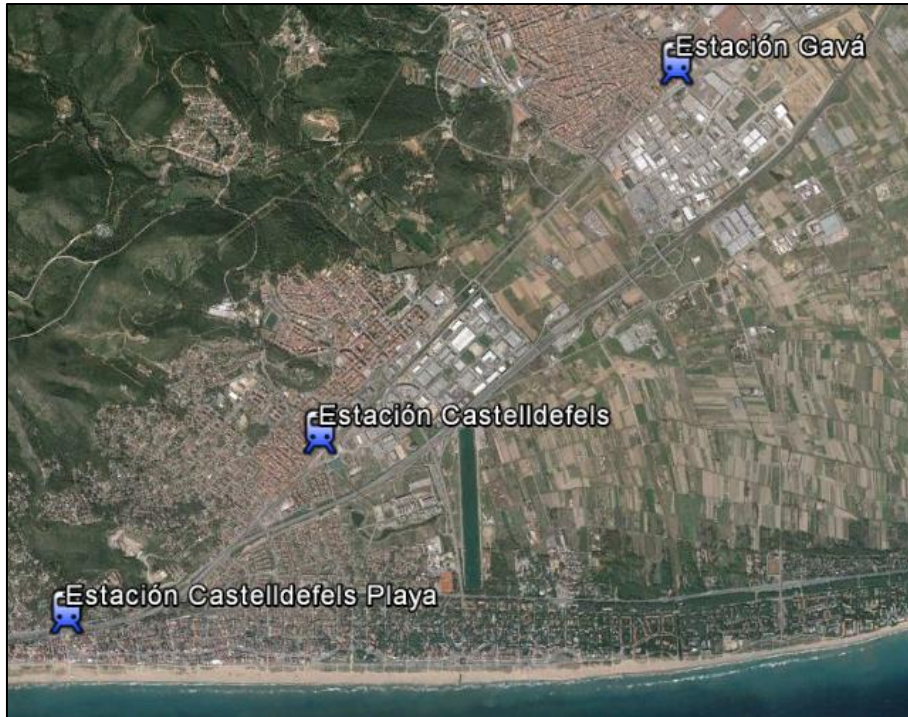


Figura 7. Localización de las estaciones de tren. Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth

- Modos viarios
 - Castelldefels: 8 líneas de autobús de diferentes operadores y con recorridos urbanos e interurbanos. 6 de ellas son diurnas y 2 nocturnas. Dentro de los modos viarios también se encuentra el taxi, integrado en el Instituto Metropolitano del Taxi.
 - Gavá: 13 líneas de autobús, con recorridos urbanos e interurbanos, de los cuales 11 son diurnos y 2 nocturnos. También se encuentra el taxi, integrado en el Instituto Metropolitano del Taxi.

4.1.2 Características generales

En función del origen y el destino, los desplazamientos realizados en días laborables por los residentes en el municipio se clasifican en tres grupos: internos, conexión y externos. El primero de todos hace referencia a aquellos que tienen como origen y destino el mismo municipio de residencia. Por otro lado, los desplazamientos de conexión son aquellos realizados entre la localidad y su exterior. Y el último de todos son aquellos realizados por los residentes hacia fuera del municipio.

Castelldefels

La población residente realiza un total de 196.616 desplazamientos diarios. La mayor parte de ellos se realizan dentro del municipio (60,6%). Los de conexión representan el 36% del total y los externos el 3,4%.

Gavá

La población residente realiza un total de 196.616 desplazamientos diarios. La movilidad interna es la predominante en los desplazamientos en los días laborables de los residentes en Gavá, seguida de los desplazamientos de conexión y los externos.

Desplazamientos
(Castelldefels)

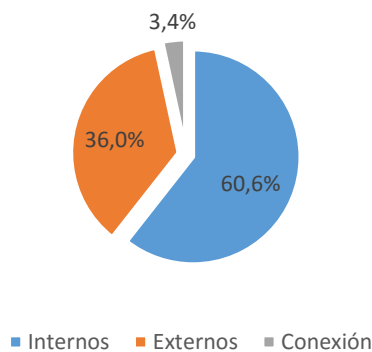


Gráfico 3. Distribución de los desplazamientos en Castelldefels. Fuente: Cuaderno movilidad Castelldefels.

Desplazamientos (Gavá)

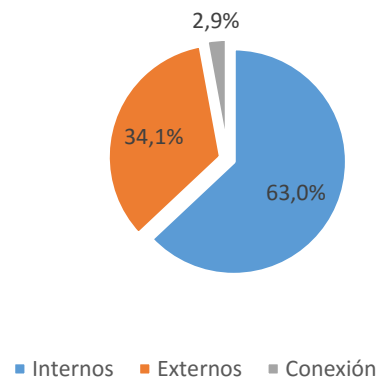


Gráfico 4. Distribución de los desplazamientos en Gavá. Fuente: Cuaderno movilidad Gavá.

4.1.3. Modos de transporte

Castelldefels

El reparto modal de los desplazamientos diarios realizados por los residentes en Castelldefels indica el dominio del vehículo privado como principal modo de transporte, seguido de la bicicleta y el desplazamiento a pie. El transporte público es el menos utilizado para los desplazamientos diarios.

Desglosando el transporte público, se observa como el ferrocarril es el más utilizado, con un 54,5%, seguido del autobús con un 38%.

El ferrocarril destaca por encima del resto ya que la estación está situada en el centro del municipio y es de fácil acceso en autobús, con vehículo privado y sobre todo a pie. Además, proporciona una conexión más rápida con Barcelona que el autobús, ciudad donde más

personas se dirigen. Existen de dos paradas, una situada en la zona costera del sur del municipio y la otra justo en el centro. Las paradas que realiza en su recorrido en la ciudad de Barcelona (Estació de Sants y Passeig de Gràcia) también facilitan la conexión con otras zonas de la ciudad condal a través del metro. La mayoría de las líneas de autobús también se dirigen hacia Barcelona, pero todas ellas realizan numerosas paradas dentro del propio municipio y en el resto de localidades situadas entre Castelldefels y la capital catalana, por lo que el trayecto es de mayor duración. Por este motivo es la opción menos escogida.

Gavá

Ir a pie o en bicicleta destaca por encima de los demás modos de transporte, seguido del vehículo privado y el transporte público. Respecto al transporte público, en este caso el autobús es el medio de transporte más utilizado para la movilidad de los residentes en Gavá (49,6%) seguido del ferrocarril.

Gavá dispone de un mayor número de líneas de autobús que circulan por sus calles. Al ser mayor que en Castelldefels, permite una conexión más fácil con el resto de municipios del Área Metropolitana y el tiempo de recorrido es significativamente menor a pesar de ser municipios vecinos. Una vez los autobuses llegan a Gavá, su recorrido es directo a través de la C-245 hacia sus destinos realizando las paradas pertinentes en su recorrido, mientras que en el caso de Castelldefels, se realizan numerosas paradas por todo el municipio hasta llegar al siguiente.

Modos de transporte
(Castelldefels)

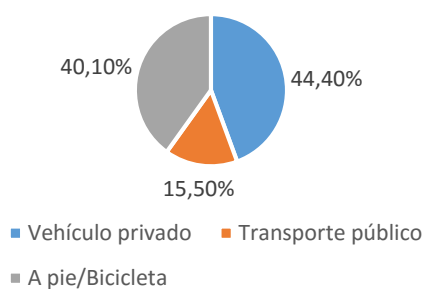


Gráfico 5. Distribución modos de transporte en Castelldefels. Fuente: Cuaderno movilidad Castelldefels.

Modos de transporte
(Gavá)

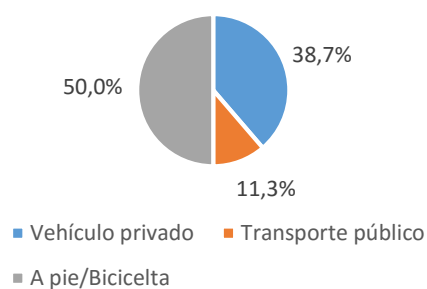


Gráfico 6. Distribución modos de transporte en Gavá. Fuente: Cuaderno movilidad Gavá.

4.1.3 Movilidad de conexión

En el ámbito del proyecto, de los tipos de movilidad vistos anteriormente, el que más interesa son los relacionados con la movilidad de conexión, ya que gran parte de ellos serán los que utilicen la C-245 para desplazarse.

Castelldefels

La gran mayoría de los desplazamientos de conexión con Castelldefels tienen origen o destino en alguno de los municipios de la primera corona metropolitana, destacando las conexiones con Barcelona, Gavá y Viladecans.

Por lo que hace al transporte utilizado, destaca el vehículo privado por encima de todo, seguido del transporte público y en último lugar se encuentran los modos de transporte no motorizados.

Gavá

El 88% de los desplazamientos de conexión con Gavá tienen como origen o destino alguno de los municipios de la primera corona metropolitana, destacando las conexiones con Barcelona, Castelldefels y Viladecans.

De estos desplazamientos, el 66,1% utilizan el vehículo privado seguido del transporte público y en último lugar modos no motorizados.

Se puede extraer que los desplazamientos con origen y destino en Castelldefels y Gavá constituyen gran parte del volumen de tráfico que circula por el tramo de la C-245 de este proyecto. Por tanto, uno de los objetivos consiste en potenciar los modos de transporte no motorizados y tengan una mayor relevancia en esta zona, ya que hoy en día no disponen de la infraestructura necesaria para poder desarrollarse. También se pretende dar una mejor cobertura a la red de autobuses, proporcionando paradas más accesibles y seguras para los usuarios.

Movilidad conexión
(Castelldefels)

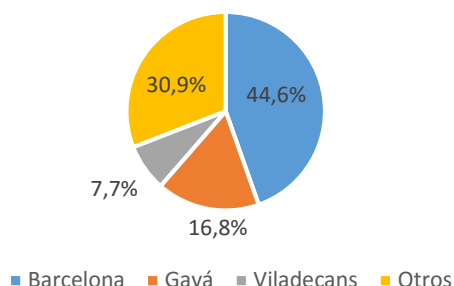


Gráfico 7. Conexiones desde Castelldefels.
Fuente: Cuaderno movilidad Castelldefels.

Movilidad conexión
(Gavá)

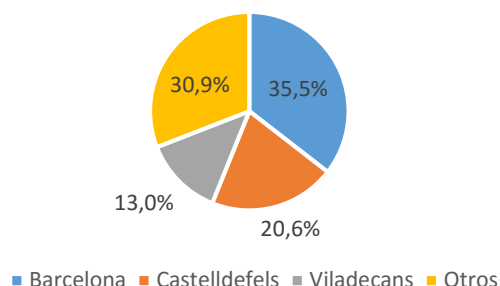


Gráfico 8. Conexiones desde Gavá. Fuente:
Cuaderno movilidad Gavá.

5. División del ámbito del proyecto

Para entender mejor la problemática existente en la zona, se ha decidido dividir el ámbito del proyecto en diferentes tramos. De este modo, se explicará tramo por tramo la situación actual de la carretera. La siguiente figura muestra la separación por la que se ha optado.



Figura 8. Separación del tramo. Fuente: Google Earth

- Tramo 1 (Castelldefels): Final de la Avenida de la Constitución en la glorieta y salida del municipio hasta la intersección con la calle Isaac Peral. En esta zona se sitúan a la izquierda un pequeño polígono industrial ocupado por el almacén de Desigual y

edificios con oficinas. Más adelante en el lado derecho también se encuentra otro negocio, en este caso de jardinería, conocido como El Planter.



Figura 9. Ámbito del Tramo 1. Fuente: Google Earth.

- Tramo 2 (Gavá): Desde la intersección de la C-245 con la calle Isaac Peral hasta la entrada de la rotonda situada delante del Parc del Calamot. Todo lo que hay alrededor son zonas de campo ocupadas por hierbas, arbustos, árboles, cañas y campos de conreo.
- Tramo 3 (Gavá): Desde la entrada de la glorieta hasta la siguiente glorieta que da entrada al municipio de Gavá, situada al lado de la estación de servicio. En este tramo, además de los campos y las zonas ocupadas por vegetación, también se encuentra una zona de aparcamiento para vehículos, un *skatepark* y una estación de servicio en lado izquierdo.



Figura 10. Ámbito del Tramo 3. Fuente: Google Earth.

- Tramo 4 (Gavá): Desde la entrada de la glorieta situada delante de la estación de servicio hasta la intersección de la C-245 con de las calles Salamanca y Riera de les Parets. En este tramo ya se encuentran urbanizadas las zonas colindantes al ámbito del proyecto. Hay un parque en el lado derecho y zona urbanizada en el izquierdo.



Figura 11. Ámbito del Tramo 4. Fuente: Google Earth.

6. Problemática actual

A continuación se va analizar cuál es el estado de la infraestructura para los diferentes modos de transporte en el tramo de la C-245 que se pretende remodelar.

6.1. Vehículo privado

El espacio destinado a la calzada es aproximadamente de 3,5 metros en todos los tramos. A excepción de las entradas a las rotondas, donde hay dos carriles por sentido. El estado del pavimento es aceptable, sin zonas muy deterioradas que puedan poner en riesgo la circulación. Por otro lado, el arcén tiene una anchura inferior a 1 m, aproximadamente de 0,80 m. A continuación del arcén ya comienza el campo que está situado alrededor, todo ocupado por especies vegetales, la mayoría de ellas de una altura considerable y que en varias zonas llegan a invadir el arcén.



Figura 12. Estado actual de la carretera (Tramo 1). Fuente. Elaboración propia.



Figura 13. Estado actual de la carretera (Tramo 2). Fuente: Elaboración propia

Al final del Tramo 4, hay una mala distribución del espacio utilizado. Hay una zona ocupada por un cebreado que no tiene ningún uso. Los coches la utilizan para aparcar a pesar de que no es una zona habilitada para ello. Por tanto, podría aprovecharse para colocar nuevas plazas de aparcamiento señalizadas y situar una acera para que las personas que aparquen puedan desplazarse por una zona separada del tráfico rodado en este lado de la calzada.



Figura 14. Cebreado en la zona derecha de la calzada (Tramo 4). Fuente: Elaboración propia

6.2. Red de carriles bici

Actualmente no existe ningún carril bici en el ámbito del proyecto. Aunque esta zona es un punto clave de unión entre los dos municipios y que la distancia de separación entre ellos no es excesivamente grande, no hay ningún carril que los una. Aun así, los usuarios de la bicicleta utilizan esta vía para desplazarse entre las dos ciudades debido a su proximidad y a la

localización del polígono industrial a mitad de camino entre una ciudad y otra. Teniendo en cuenta que se trata de una carretera antigua, con mucha afluencia de tráfico, tanto de turismos como de autobuses, y que los arcenes no son suficientemente anchos como para que los vehículos puedan adelantar a los ciclistas sin necesidad de invadir el carril contrario, la seguridad de los ciclistas se ve comprometida.



Figura 15. Paso de un ciclista por la carretera. Fuente: Elaboración propia.

El único punto de unión entre las dos localidades en el que se podría circular con bicicleta de manera segura está situado en la costa, lejos del núcleo urbano. Por eso este punto de unión tiene un uso más lucrativo, en lugar de ser una vía utilizada por los ciclistas para moverse por la zona y desplazarse de un municipio a otro.

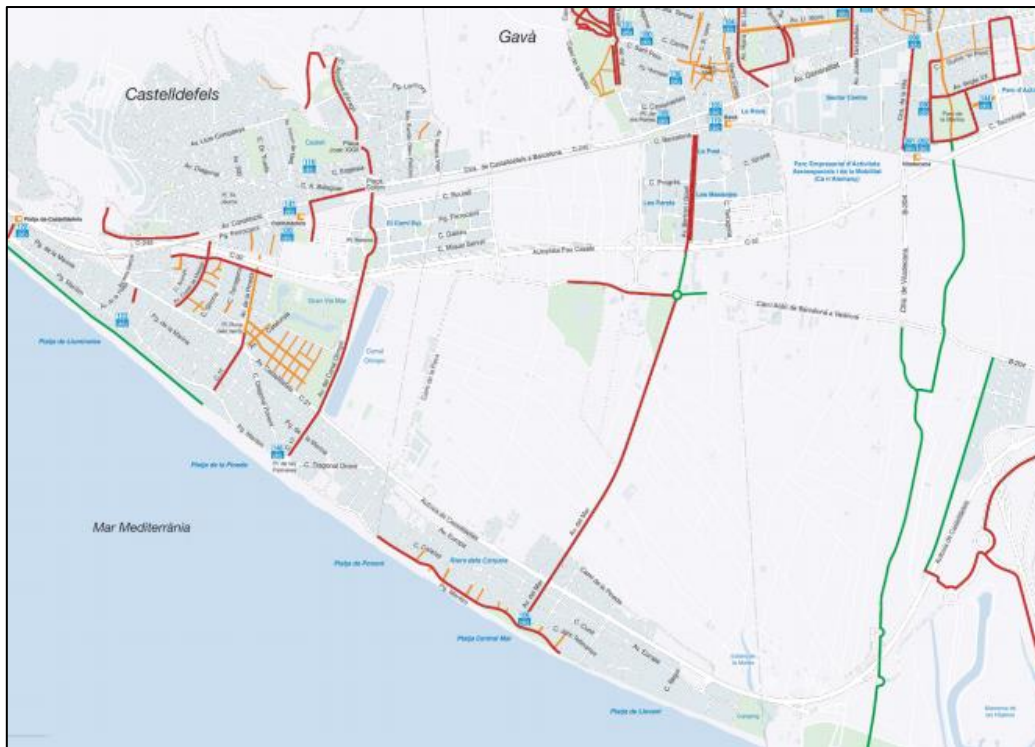


Figura 16. Red de carriles bici en Castelldefels y Gavá. Fuente: Área Metropolitana de Barcelona

El mapa anterior muestra como la C-245 podría ser un punto de conexión clave entre los carriles bici de Castelldefels y de Gavá. La construcción de un carril bici en esta vía podría ser el punto de partida de la expansión de los carriles bici en esta zona del Área Metropolitana. Se habilitaría la infraestructura necesaria para que los ciclistas pudiesen desplazarse de un municipio a otro sin ningún tipo de problema. Además, éste podría ser el inicio de un carril bici que conectase todas las ciudades por las que transcurre la C-245. Teniendo en cuenta la proximidad entre todas ellas, un carril bici que las uniese implicaría un cambio significativo en la manera de desplazarse por la zona. Se potenciaría el uso de la bicicleta y se conseguiría descongestionar una vía muy utilizada por el vehículo privado para desplazamientos cortos.

6.3. Transporte público

A continuación se analizan las líneas de transporte público que circulan por el ámbito del proyecto.

Tal y como se puede observar en la imagen que se muestra a continuación, las líneas de autobús que circulan por el tramo de la carretera C-245 del presente proyecto procedentes de Castelldefels son la L96, L97, L99, N14 y N16.

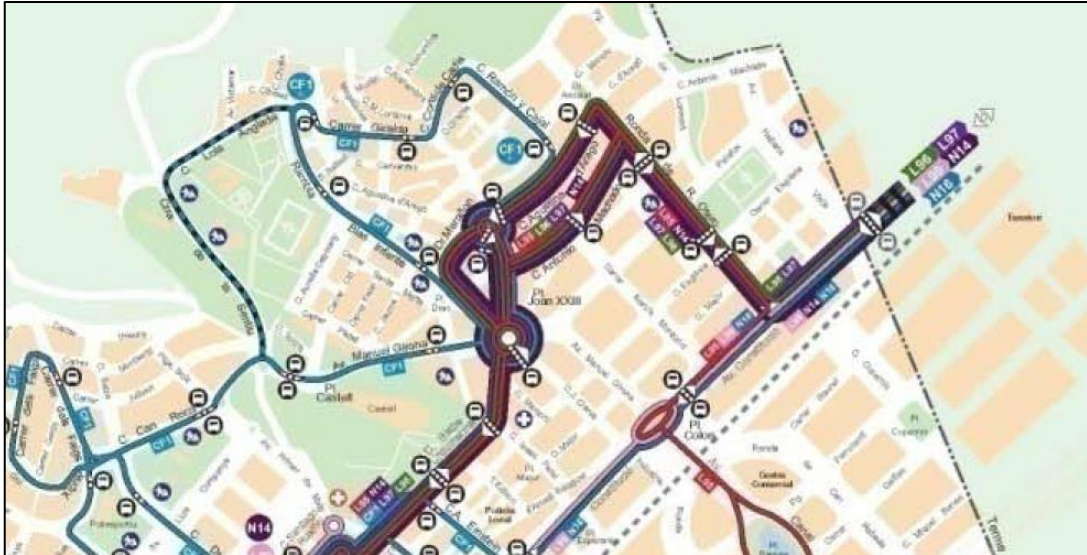


Figura 17. Red de autobuses en la zona este de Castelldefels. Fuente: Cuaderno movilidad Castelldefels.

En la siguiente figura se pueden observar las líneas que circulan por la C-245 en el otro extremo del proyecto.

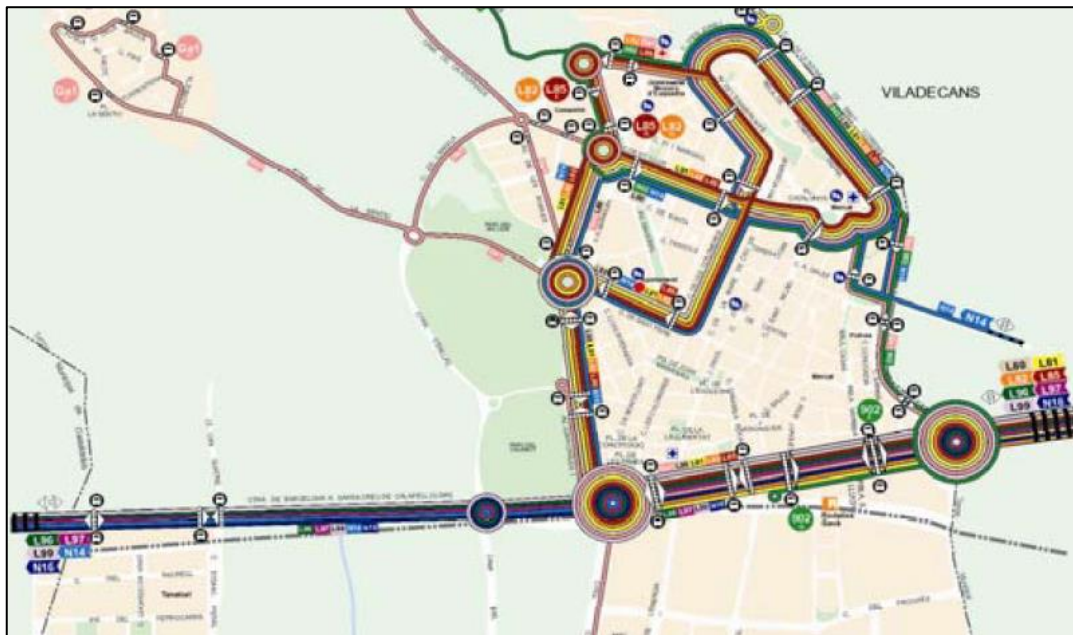


Figura 18. Red de autobuses en la zona oeste de Gavá. Fuente: Cuaderno movilidad Gavá.

Se puede observar como a las líneas mencionadas anteriormente que circulaban por el tramo de estudio, hay que añadir las que se suman en el Tramo 4 en Gavá, a pesar de que estas no continúan su recorrido hacia Castelldefels. Son las siguientes: Ga1, L80, L81, L82, L85 y 902.

Las dos últimas imágenes dan una idea de la gran cantidad de líneas que tienen paso por la C-245, por lo que es importante que las paradas de autobús se encuentren en buen estado y

sean accesibles para todo tipo de usuario. Sobre todo las del tramo 4, que son las que mayor afluencia de autobuses y de usuarios tienen.

Paradas de autobús

A continuación se muestran las paradas existentes en el ámbito del proyecto. Únicamente el primer y el último tramo contienen paradas de autobús.



Figura 19. Paradas de bus en el Tramo 1. Fuente: Elaboración propia a partir de google Earth.



Figura 20. Paradas de bus en el tramo 4. Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth.

Dada la gran afluencia de autobuses que se presenta en este último tramo, uno de los objetivos del proyecto es mejorar el estado de las paradas existentes y proporcionar espacios para que los autobuses puedan realizar paradas sin interrumpir el tráfico.



Figura 21. Parada bus en la entrada de Gavá (sentido Gavá). Fuente: Elaboración propia.



Figura 22. Parada bus en la entrada de Gavá (sentido Castelldefels). Fuente: Elaboración propia.

La Figura 21 muestra el estado de la parada de bus del Tramo 4 en sentido Gavá. Esta parada dispone de una zona en la que el autobús puede apartarse para realizar la parada. Sin embargo, el estado de la zona donde se encuentra la marquesina está en unas condiciones muy deficientes, ya que parte de ella está sobre el terreno natural y cuando llueve se forma barro y grandes acumulaciones de agua, dificultando el acceso de los autobuses y de los usuarios. Por otro lado, en la Figura 22 aparece la parada de autobús del Tramo 4 en sentido Castelldefels. Esta parada se encuentra en buen estado, con una marquesina situada encima de la acera. El autobús aprovecha el inicio de la separación de la calzada en dos carriles para este sentido para realizar las paradas sin molestar la circulación de vehículos.

Al final del Tramo 1, también hay 2 paradas de autobús, una en cada sentido. La parada situada en el sentido Gavá no dispone de un apartadero para que el autobús pueda realizar las paradas. El estado de la marquesina y la zona donde está colocada se encuentra en buenas condiciones, tal y como se puede ver en la figura 23. La parada en el sentido Castelldefels (Figura 24 y 25) se encuentra en muy mal estado. Además de no tener marquesina, está situada sobre el terreno natural, donde el autobús tiene que salirse de la calzada y situarse en el campo para efectuar la parada. Cuando llueve, resulta difícil el acceso ya que es una zona en la que se forman grandes charcos y grandes zonas con barro.



Figura 23. Parada bus al final del tramo 1 (sentido Gavá). Fuente: Elaboración propia.



Figura 24. Parada bus al final del tramo 1 (sentido Castelldefels). Fuente: Elaboración propia



Figura 25. Parada bus al final del tramo 1 (sentido Castelldefels). Fuente: Elaboración propia

Al inicio del primer tramo, también hay dos paradas, una en cada sentido, que también tendrían que remodelarse. Ninguna de las dos tiene marquesina, el autobús no dispone de alguna zona en la que poder apartarse ni los usuarios asientos en los que poder descansar ni resguardarse del tráfico, ya que toda la circulación se produce en el mismo nivel. En sentido Castelldefels, el autobús suele utilizar la entrada de vehículos del almacén Desigual situada justo al lado para realizar su parada, sobre un asfalto que se encuentra bastante deteriorado.



Figura 26. Parada bus a la salida de Castelldefels. Fuente: Elaboración propia.

6.4. Peatones

Actualmente esta vía es utilizada por muchas personas para desplazarse a pie por los arcenes para llegar a su destino, ya sea Gavá, Castelldefels o el polígono industrial Camí Ral a través de la calle Isaac Peral. La proximidad del polígono industrial y de las empresas situadas en este tramo de la C-245 a los dos municipios, ha provocado que muchos trabajadores prefieran ir a pie antes que desplazarse en autobús o vehículo privado. No es rentable utilizar el autobús para 1, 2 o 3 paradas pudiendo desplazarte a pie si existe la posibilidad, a pesar de que la carretera no esté preparada para ello. Esto provoca situaciones de inseguridad para los peatones, ya que no deberían circular por el arcén, además de que este es de tamaño reducido. Tampoco pueden desplazarse por la zona exterior de los arcenes porque está todo ocupado por especies vegetales que no permiten un paso seguro.

ANEXO 3

Cartografía y topografía

ÍNDICE

1. Introducción	1
2. Datos cartográficos y topográficos utilizados	1

1. Introducción

En el presente anexo se indica la fuente de la cartografía topográfica utilizada como base para el diseño del proyecto.

2. Datos cartográficos y topográficos utilizados

Se han utilizado las hojas 448-23-08, 448-24-08, 448-22-09, 448-23-09, 448-24-09, 448-21-10, 448-22-10, 448-23-10, 448-24-10, 448-21-11, 448-22-11, 448-23-11, 448-21-12, 448-22-12 de la cartografía topográfica a escala 1:1000 proporcionada por el Instituto Cartográfico de Cataluña (ICC).

La proyección planimétrica en Cataluña se realiza conforme la proyección UTM31N. La precisión de la cartografía 1:1000 es de 20 cm en planimetría y de 50 cm en altimetría y la equidistancia de las curvas de nivel es de 1 m. (Instituto Cartográfico de Cataluña, 2012).



Figura 1. Topografía utilizada. Fuente: Instituto Cartográfico de Cataluña.

ANEXO 4

Criterios de diseño

ÍNDICE

1. Introducción	1
2. Descripción de los criterios de diseño adoptados.....	1
2.1. Aceras.....	1
2.2 Carril bici.....	2
2.3. Carril de circulación.....	3
2.3.2. Glorietas	4
2.4 Arcén	5
2.5. Berma	6
2.5. Paradas de autobús.....	6
2.5.1. Ubicación.....	6
2.5.2. Características de la zona de embarque	6
2.5.3. Elección del tipo de marquesina	7
2.5.4. Apartaderos.....	9
2.6. Aparcamientos	9

1. Introducción

En este anexo se describen las pautas que se han seguido para definir la geometría de los diferentes espacios que forman parte del proyecto.

2. Descripción de los criterios de diseño adoptados

2.1. Aceras

Para el dimensionamiento de la anchura de la acera, se ha tenido en cuenta el espacio ocupado por los peatones en los siguientes casos.

Tipo	Anchura recomendable (m)	Anchura mínima (m)
Movimiento de una persona	0,75	0,60
Una persona con cochecito	0,90	0,80
Cruce de dos personas	1,00	0,90
Dos personas en paralelo	1,30	1,10
Dos personas con niño	2,25	1,80
Persona con cochecito y niño	1,25	1,15
Cruce de minusválido y persona con cochecito	1,80	1,70
Dos personas con paraguas	2,40	2,00

Tabla 1. Anchura ocupada por los peatones. Fuente: Apuntes Urbanismo Grado en Ingeniería Civil (UPC).

Al tratarse de una zona en la que no hay situados comercios ni edificios en los alrededores, se pueden pasar por alto las consideraciones a tener en cuenta en ese tipo de casos. En el ámbito del proyecto no existe limitación alguna en cuanto al espacio destinado a la acera, ya que todo lo que hay alrededor son campos en la mayoría del recorrido. Exceptuando en el inicio del primer tramo y durante todo el último tramo, no existen barreras arquitectónicas que limiten su amplitud.

En el primer tramo se encuentra el muro de separación del parking del almacén de Desigual. Mientras que en el último tramo hay un muro que separa el espacio destinado al tráfico rodado de los peatones.

Además, teniendo en cuenta que se pretende dotar a la carretera un uso más urbano, a partir de la tabla siguiente se observa como el ancho mínimo recomendable para calles de este tipo es de 5 m.

Tipo de calle	Ancho acera mínimo
Principales arterias y grandes avenidas	5 a 7 m
Distribuidoras locales	5 a 7 m
Comerciales locales o colectoras industriales	3 a 5 m
Local residencial	2,5 a 3 m
Local industrial	2 m
Valor mínimo absoluto	1,50 m

Tabla 2. Anchura acera en diferentes vías. Fuente: Apuntes Urbanismo Grado en Ingeniería Civil (UPC).

2.2 Carril bici

Debido al gran volumen de tráfico de vehículos que circulan por la carretera, se ha optado por segregar el carril bici de los carriles de circulación. Aprovechando la disponibilidad de espacio en todos los tramos, también se ha decidido separar el carril bici de la acera, de manera que los tres modos quedan totalmente separados.

La anchura del carril bici se ha decidido teniendo en cuenta el espacio ocupado por los ciclistas, tal y como se muestra en la siguiente tabla.

		Anchura de la vía	
		Recomendable (m)	Mínimo (m)
Carril bici	1 Sentido	2,00	1,80
	2 Sentidos	3,20	2,40

Tabla 3. Anchura carril bici. Fuente: Apuntes Urbanismo Grado en Ingeniería Civil (UPC).

Se ha escogido la medida recomendada para el carril de 2 sentidos. Se pretende segregar el carril bici de la acera y de la calzada. Para ello, en lugar de utilizar separadores viales de plástico, caucho u hormigón, se ha optado por una separación física que consiste en una franja de 1,5 m de anchura ocupada por plantas y árboles que den sombra a los ciclistas, muy importante sobre todo en épocas de verano. Este elemento de separación es más vistoso que los anteriores y también más estético, además de que proporciona una mayor sensación de seguridad a los ciclistas, factor a tener en cuenta debido a la gran afluencia de tráfico.



Figura 1. Carril bici segregado de la calzada y de la acera. Fuente: Globalgrass.

La Figura 1 muestra una idea de cómo se pretende integrar el carril bici en la zona. Eliminando la separación con vegetación incluida entre la acera y el carril bici, esa es la idea que se pretende implantar en el presente proyecto.

En cuanto a su trazado, observando otros carriles situados en la zona, la mayoría de ellos presentan tramos rectilíneos combinados con giros en forma de ángulo. Por tanto, se ha escogido seguir con esta misma tipología, intentando en la medida de lo posible que los ángulos de giro que deban realizar los ciclistas sean lo más pequeños posibles.

2.3. Carril de circulación

Por este tramo de la C-245 circulan los siguientes tipos de vehículos: turismos, autobuses, motocicletas y camiones, tanto rígidos como articulados, la mayoría de ellos con origen/destino al almacén Desigual y al Tanatorio o al polígono industrial Camí Ral (calle Isaac Peral).

Teniendo en cuenta la clase de vehículos que podemos encontrar en este tramo y sus dimensiones, y el tipo de vía, se ha escogido una anchura para cada carril de circulación igual a 3,5 m.

Clase	Anchura (m)
Vehículo ligero de tamaño medio	1,7
Vehículo ligero de gran tamaño	1,8
Vehículo comercial ligero o microbús	2,2
Camión rígido de dos ejes	2,5
Camión rígido de tres ejes o autobús	2,5
Vehículo pesado articulado (Tipo A)	2,5
Vehículo pesado articulado (Tipo B)	2,5

Tabla 4. Anchura de diferentes tipos de vehículos. Fuente: Apuntes Urbanismo Grado en Ingeniería Civil (UCP).

Tipo de vía	Dimensión de cada carril (m)
Autopistas y autovías urbanas	3,50
Carriles de vehículos lentos	3-3,50
Principales avenidas y vías colectoras	3,50
Viario industrial	3,50-3,75
Red local	3-3,25
Carril derecho de grandes vías	3,50-3,75
Carril bus	3,30

Tabla 5. Anchura carriles de circulación. Fuente: Apuntes Urbanismo Grado en Ingeniería Civil (UPC).

En cuanto a su trazado, la mayor parte de él es rectilíneo, sin curvas a tener en cuenta, por lo que no es necesario estudiar los radios de giro de los vehículos anteriores. Los únicos radios de giro a considerar son los de entrada y salida de las rotondas. Para estos, se han utilizado los valores genéricos.

El bombeo se proyecta de modo que se evacuen con facilidad las aguas superficiales y que su recorrido sobre la calzada sea mínimo. Al tratarse de una carretera de calzada única, se construirá con una inclinación transversal mínima del 2% hacia cada lado a partir del eje principal.

2.3.2. Glorietas

A continuación se describen los aspectos a tener en cuenta para diseñar las gloriets y los accesos que formen parte del proyecto.

Entradas

El diseño de una entrada debe incitar a los conductores a reducir la velocidad de aproximación a la rotonda y permitir el paso del tráfico con facilidad. Para conseguir estos efectos, a menudo se implantan isletas deflectoras que aseguren el guiado del vehículo y sean una clara señal de aproximación a la intersección. Para ello, se recomienda que las entradas se produzcan en curva con un radio interior comprendido entre los 15 y los 20 metros.

En cuanto al número de carriles, es preferible que, si los volúmenes de tráfico lo permiten, las entradas y las salidas tengan un solo carril, de esta manera se incita a los conductores a reducir la velocidad, facilitando a la vez el cruce de los peatones.

En el ámbito del proyecto, se pretenderá seguir con esta misma idea y que en la medida de lo posible todas las gloriets tengan un único carril de entrada.

Salidas

El diseño de las salidas debe permitir que los vehículos circulantes puedan abandonarla sin producir ninguna alteración en el resto de vehículos, sin incitar a un aumento de la velocidad. Según la importancia del tráfico, pueden realizarse salidas con uno o dos carriles, pero son extrañas las salidas con más de dos carriles de salida.

Los radios de salida suelen ser algo mayores que los de entradas y están en el rango comprendido entre los 20 y 30 m.

En el caso de estudio, las salidas de las glorietas tendrán un carril de circulación en los lugares donde sea posible.

Anchora carril circulación

La anchura media para circular en una glorieta es de 8 m para el anillo de circulación.

2.4 Arcén

Para determinar la anchura de los arcenes, se utiliza la siguiente tabla.

Tipo de vía	V_p (mk/h)	Arcén (m)
Calzada única	100	2,50
	80	1,50-2,50
	60	1,00-1,50
	40	0,50

Tabla 6. Dimensiones del arcén según la velocidad de proyecto de la carretera. Fuente: Apuntes Urbanismo Grado en Ingeniería Civil (UPC).

Actualmente, el límite de velocidad en este tramo de la C-245 es de 50 km/h. Con el objetivo de establecer más distancia de separación entre la calzada y los otros modos de transporte, se ha optado por una anchura igual a 1,50 m. Con este ancho, se pretende asegurar la existencia de un espacio disponible para la detención del vehículo en caso de avería sin que entorpezca de manera importante la circulación por la calzada del resto del tráfico.

La pendiente transversal de los arcenes coincide con la de la calzada en casos de calzada única, y ronda el 2%.

2.5. Berma

A partir de la tabla que se muestra a continuación, se define el valor de la anchura de la berma.

Tipo de vía	V_p (mk/h)	Berma (m)	
		Mínimo	Máximo
Calzada única	100	0,75	1,50
	80	0,75	1,50
	60	<0,75	<1,50
	40	0	0

Tabla 7. Dimensiones berma según la velocidad de proyecto de la carretera. Fuente: Apuntes Urbanismo Grado en Ingeniería Civil (UPC).

Para garantizar un espacio dedicado a la colocación de la señalización, se considera suficiente una berma con una anchura igual a 0,50 m.

Su pendiente transversal puede ascender hasta el 3% o 4% para facilitar la evacuación del agua, al poseer una superficie peor acabada.

2.5. Paradas de autobús

El dimensionamiento de las paradas de autobús se ha realizado tomando como base el documento *Normativa y criterios de diseño para la accesibilidad de las paradas de autobús* editado por la Entidad Metropolitana del Transporte.

2.5.1. Ubicación

Se va a mantener la ubicación de las paradas existentes, tal y como se vieron en el Anexo 1.

2.5.2. Características de la zona de embarque

La zona de embarque es un espacio libre de mobiliario urbano, pasos de peatones y vados de vehículos, con el objetivo de facilitar la entrada y salida del autobús por parte de los usuarios. La longitud de esta zona viene definida por la longitud del bus, mientras que su anchura tiene un valor fijo de 2,10 m. En el proyecto se han considerado autobuses de 12 m de largo, medida estándar de la mayoría de los autobuses que circulan por el Área Metropolitana de Barcelona.

Dentro de la zona de embarque se distinguen las siguientes partes: la zona de embarque delantero, la zona de embarque central (utilizada por los usuarios de silla de ruedas), y la zona de embarque posterior. La longitud de estas subzonas son de 4,00, 2,50 y 5,50 m respectivamente. La normativa también delimita dos áreas donde está prohibido la colocación de cualquier tipo de obstáculo, tanto por motivos de accesibilidad como para evitar que algún

elemento colisione con el retrovisor del autobús. De este modo, no habrá ningún elemento situado en una franja de 0,40 m contigua al bordillo ni en la zona de embarque central.

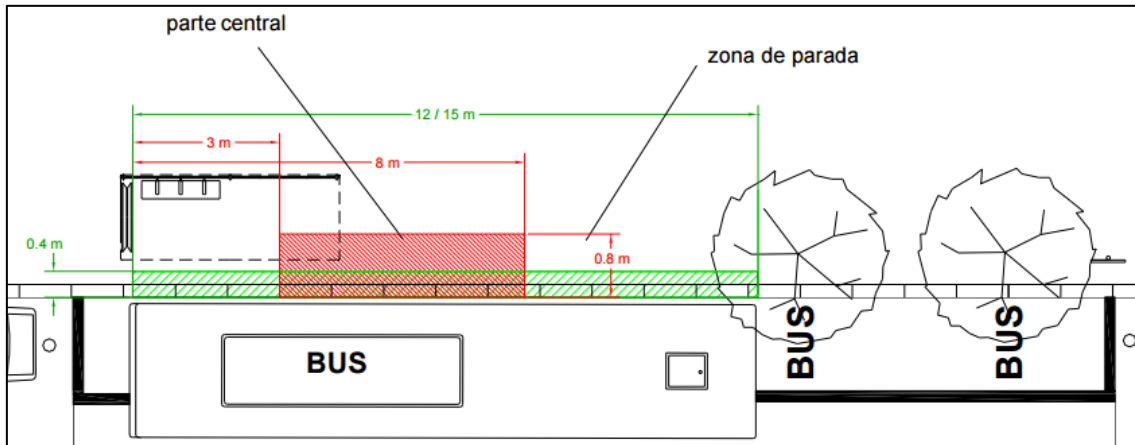


Figura 2. Características de la zona de parada de autobuses. Fuente: Normativa y criterios de diseño para la accesibilidad de las paradas de autobús (Entidad Metropolitana del Transporte).

2.5.3. Elección del tipo de marquesina

Existen diferentes tipos de marquesina en función de la protección que ofrecen de los fenómenos meteorológicos y a la anchura de la acera: marquesinas cerradas, semiabiertas, abiertas y palos de parada (no existe marquesina).

La elección del tipo de marquesina depende de la anchura de la acera sobre la cual se sitúa la parada. Las marquesinas cerradas son las que tienen dos paneles en ambos lados. Se recomiendan para aceras anchas. Retrasan la maniobra de embarque ya que no facilitan la circulación de los usuarios en silla de ruedas hasta el espacio de embarque central. No son recomendadas a excepción de zonas no urbanizadas para resguardar a los usuarios de las inclemencias meteorológicas. Las semiabiertas son las más utilizadas en el Área Metropolitana y son las que incorporan un único panel lateral, usualmente situado en el lado contrario del espacio de embarque central. Y las marquesinas abiertas son aquellas que no disponen de paneles laterales. Facilitan la circulación y el acceso a su interior. Se recomiendan en aceras estrechas y no ofrecen excesivo refugio en frente de las inclemencias meteorológicas.

Para las paradas de autobús situadas al inicio del tramo 1 se han escogido las marquesinas abiertas, ya que la anchura de la calzada, que es de 2 m aproximadamente, no permite un amplio paso de peatones por la parte posterior a ellas. De modo que es necesario dejar el espacio destinado a la marquesina abierto al tránsito de peatones. En las paradas del final del tramo 1 también existe el mismo problema, por lo que se va a escoger el mismo tipo de marquesina.



Figura 3. Marquesina abierta. Fuente: El Periodico.

Finalmente, en las paradas del tramo 4, se van a utilizar marquesinas semiabiertas, ya que protegen mejor de las inclemencias meteorológicas y hay espacio suficiente detrás de ellas para que los peatones puedan pasar sin problemas. Actualmente ya existen marquesinas de este estilo en estas 2 paradas de autobús, de modo que se mantendrán estas mismas una vez finalizadas las obras del proyecto.



*Figura 4. Marquesina semiabierta.
Fuente: Ayuntamiento de Santa
Coloma de Cervelló.*

Dimensiones de referencia

Las dimensiones de referencia de las marquesinas son las siguientes: longitud de 4,00 m y profundidad de 1,65 m, nunca inferior a 1,40 m.

Espacio de paso posterior

En cuanto al espacio de paso posterior a la marquesina, hay que dejar una zona de paso de 1,60 m. En aceras de anchura limitada se puede tomar una anchura mínima de 1,20 m.

Respecto a los palos de parada, hay que dejar un espacio libre al paso de 1,20 m. En aceras de anchura limitada se puede tomar una anchura mínima de 0,90 m.

Espacio de paso delantero

Con marquesinas cerradas, el espacio mínimo de paso es de 90 cm entre la parte exterior del bordillo y la marquesina. Para las semiabiertas y abiertas, el espacio de paso mínimo es igual a 80 cm. Los palos de parada se colocarán a 50 cm de la parte exterior del bordillo.

2.5.4. Apartaderos

Para dimensionar los apartaderos de las paradas de autobús, se han observado cómo son los ya existentes en las zonas próximas al ámbito del proyecto.



Figura 4. Apartaderos en la C-245 a la altura de Viladecans. Fuente: Google Earth.

En la misma carretera C-245, a la altura del municipio de Viladecans, encontramos unos apartaderos con las siguientes dimensiones:

- Longitud: 30 m.
- Anchura: 2,5 m.

Estas medidas resultan ideales para los apartaderos del proyecto. Tienen una longitud suficiente como para que en el caso que coincidan 2 autobuses, situación que puede darse sin ningún problema dada la gran cantidad de líneas que circulan, puedan apartarse ambos a la vez del carril principal.

2.6. Aparcamientos

La zona de cebreado que se encuentra al final del Tramo 4, se pretende utilizar como nueva zona de aparcamiento regularizado. Los vehículos solo pueden acceder al aparcamiento por el carril de circulación en sentido Gavá, de modo que para facilitar el acceso se colocarán plazas oblicuas, que es como aparkan los conductores actualmente. Para ello, las dimensiones de las plazas cumplirán los siguientes requisitos.

En cuanto a la anchura, la siguiente imagen muestra sus medidas recomendadas.

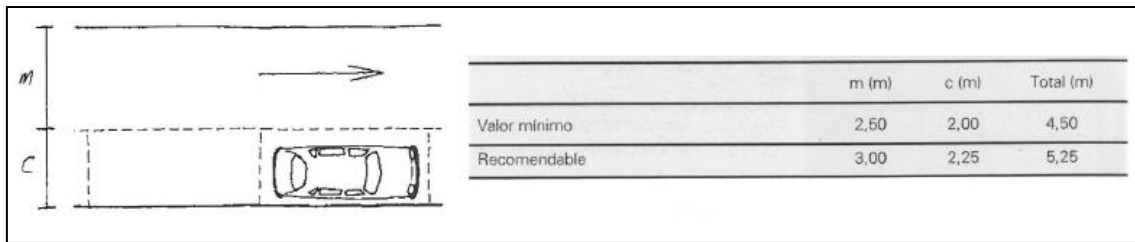


Figura 5. Anchura aparcamiento. Fuente: Apuntes Urbanismo Grado Ingeniería Civil (UPC).

Se optará por la medida recomendable, por lo que las plazas tendrán una anchura de 2,25 m.

Por lo que respecta a su longitud, la siguiente imagen muestra la medida a tomar teniendo en cuenta que se tratan de aparcamientos en diagonal.

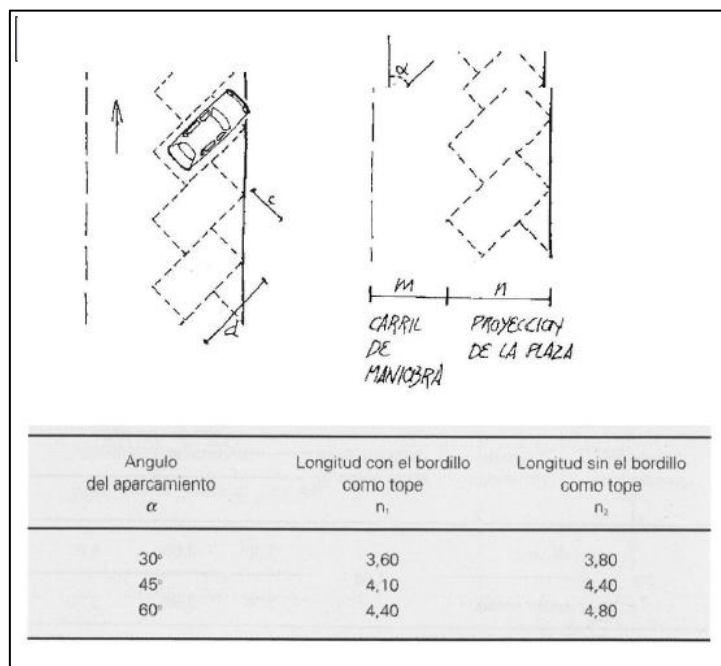


Figura 6. Dimensiones aparcamiento. Fuente: Apuntes Urbanismo Grado Ingeniería Civil (UPC).

El ángulo de entrada al aparcamiento que se ha adoptado es el de 60 grados, de modo que la longitud de las plazas es de 4,80 m.

ANEXO 5

Análisis de alternativas

ÍNDICE

1. Introducción	1
2. Alternativas propuestas	1
2.1. Definición de los diferentes tipos de secciones	1
2.1.1. Alternativa 1	2
2.1.2. Alternativa 2	2
2.1.3. Alternativa 3	2
2.1.4. Alternativa 4	3
2.2. Estudio de las alternativas sobre los diferentes tramos	3
2.2.1. Tramo 1	3
2.2.2. Tramo 2	5
2.2.3 Tramo 3	6
2.2.4. Tramo 4	7

1. Introducción

Este anexo tiene como objetivo la exposición y el estudio de las diferentes alternativas que presenta el proyecto de remodelación de la carretera C-245 entre Castelldefels y Gavá.

Hay que partir de la base que el aspecto básico a solucionar es la incorporación de un carril bici y de aceras que aseguren el paso tanto a ciclistas como a peatones por este tramo. Aprovechando este motivo, se va a modificar y remodelar el trazado de la carretera lo justo y necesario para dar cabida a estos elementos. También se van a mejorar aquellas zonas de la calzada o alrededores que presenten un peligro para los usuarios y mejorar el aspecto visual de la zona, en la que las especies vegetales que se sitúan alrededor provocan un impacto visual negativo. Además se va a estudiar una redistribución del espacio en aquellas zonas en las que se considere que no se les dé un buen uso.

En este caso, el espacio de trabajo no está sometido a ninguna limitación en la gran mayoría de su trazado, por lo que la solución escogida no es la única posible.

Tal y como se explicará en los siguientes anexos, debido a la implantación del carril bici se ha decidido crear una franja de separación ocupada por plantas entre la calzada y el carril bici. Por otra parte, se aprovechará la mejora de las características del pavimento de la carretera para colocar un espacio de separación entre los dos carriles de circulación a partir de un cebreado.

2. Alternativas propuestas

A continuación, se presentan las alternativas posibles para dar solución al problema mencionado anteriormente, separando por tramos las actuaciones a realizar. Todas las propuestas se van a analizar tomando como origen la ciudad de Castelldefels, avanzando tramo a tramo en sentido Gavá.

2.1. Definición de los diferentes tipos de secciones

La introducción de las diferentes vías que se proponen en el proyecto se puede realizar distribuyendo el espacio de diversas maneras. A continuación se definen las diferentes alternativas posibles.

Dependiendo de los condicionantes externos que se encuentren en cada tramo en particular, se optará por una alternativa u otra.

2.1.1. Alternativa 1

Carril bici y acera en el lado izquierdo de la calzada.

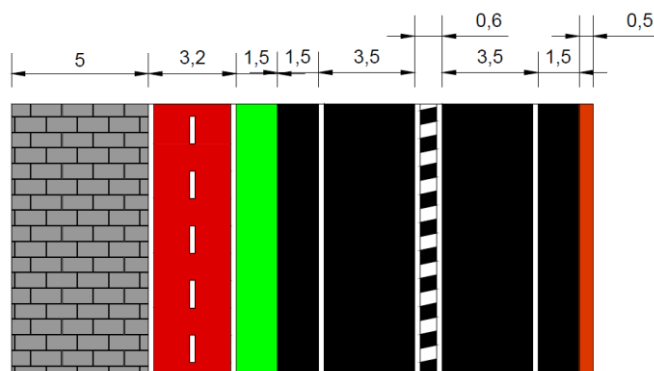


Figura 1. Alternativa 1. Fuente: Elaboración propia

2.1.2. Alternativa 2

Carril bici y acera en el lado derecho de la calzada.

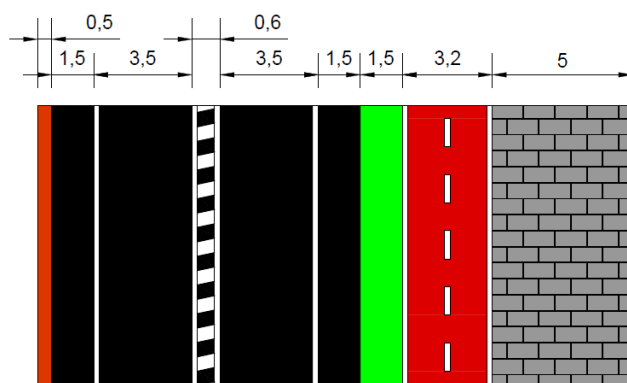


Figura 2. Alternativa 2. Fuente: Elaboración propia.

2.1.3. Alternativa 3

Carril bici en el lado derecho y acera en el lado izquierdo de la calzada.

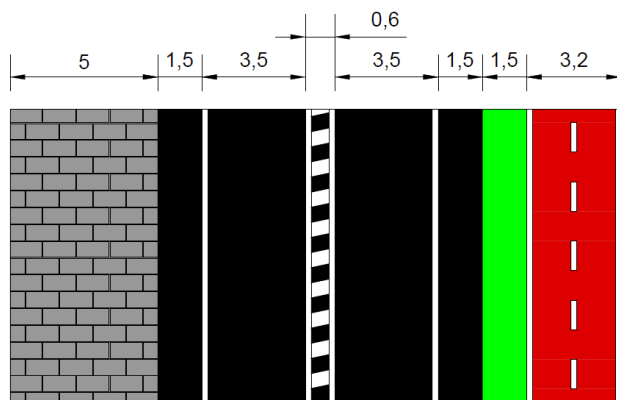


Figura 3. Alternativa 3. Fuente: Elaboración propia.

2.1.4. Alternativa 4

Acera en el lado derecho y carril bici en el lado izquierdo de la calzada.

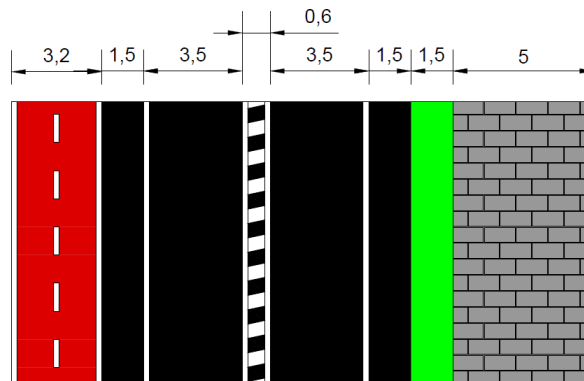


Figura 4. Alternativa 4. Fuente: Elaboración propia.

2.2. Estudio de las alternativas sobre los diferentes tramos

A continuación se estudia la incorporación de las diferentes alternativas en cada tramo del proyecto.

2.2.1. Tramo 1

Alternativa 1: Carril bici y acera en el lado izquierdo de la calzada

Teniendo en cuenta que la anchura ocupada por las dos franjas es como mínimo de 9,7 m, esta alternativa resulta poco viable ya que implicaría el desplazamiento de la glorieta ubicada al final de la Avenida de la Constitución o una modificación del trazado muy importante. Como ya se ha mencionado anteriormente, las modificaciones del trazado pretenden ser mínimas y que conserve su recorrido actual en la medida de lo posible, por lo que esta solución no es viable.



Figura 5. Espacio ocupado por el carril bici y acera en la primera alternativa. Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth.

Tal y como se observa en la Figura 5, la nueva calzada debería situarse a la derecha de la franja blanca dibujada encima de la foto de la situación actual. Por tanto, queda muy desplazada respecto a la calzada ya existente.

Alternativa 2: Carril bici y acera en el lado derecho de la calzada

Conociendo el espacio que ocupan estos elementos, en el lado derecho de la calzada no habría ningún problema en colocarlos en el inicio del tramo, pero llegando al final del almacén de Desigual, a unos pocos metros del lado derecho de la calzada el espacio está ocupado por un negocio de jardinería. De este modo, aunque con esta alternativa no se modificaría de ninguna de las maneras el trazado actual, afectaría a uno de los negocios situados en la zona. Así que tampoco resulta ser la más adecuada.



Figura 6. Espacio ocupado por el carril bici y la acera y limitación del espacio ocupado por el negocio. Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth.

En la Figura 6 se observa como el espacio ocupado por el negocio de jardinería impide el paso de la esta propuesta en este punto.

Alternativa 3: Carril bici en el lado derecho y acera en el lado izquierdo de la calzada

Sabiendo que el espacio destinado a la acera es de 5 m y el del carril bici más los elementos de separación es de 4,7, no existe ningún problema de espacio para esta distribución. El trazado se modificaría mínimamente y se pueden colocar los dos elementos a lado y lado de la calzada sin ningún problema. Parece la alternativa más viable ya que el lado más utilizado por los peatones para circular por esta zona es el izquierdo. Al final de la Avenida de la Constitución, la

acera también se encuentra en el lado izquierdo de la calzada. Además, la Avenida de la Habana Vieja, que es la otra calle con la que se produce la intersección en la glorieta, también está situada en el lado izquierdo. Se trata de una avenida muy concurrida por peatones, con amplias aceras y mucha vegetación.

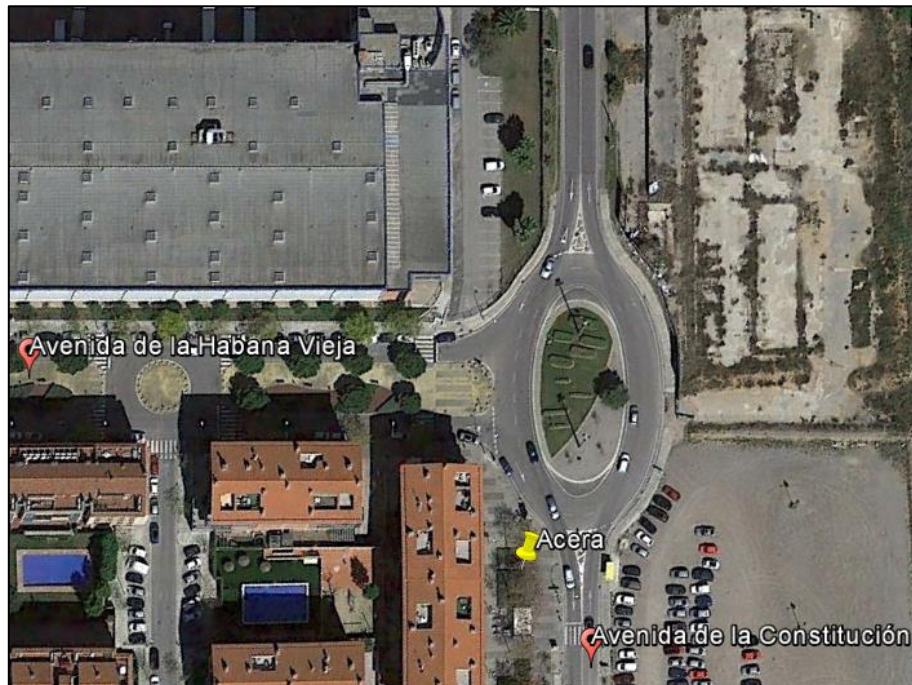


Figura 7. Situación de la acera y de la Av. de la Habana Vieja. Fuente: Google Earth.

Alternativa 4: Carril bici en el lado izquierdo y acera en el lado derecho de la calzada

Esta alternativa entra en conflicto con el objetivo de no modificar demasiado el trazado de la carretera actual en el punto donde se encuentra el negocio de jardinería, ya que en el lado derecho no hay suficiente espacio como para que la acera no afecte al espacio ocupado por el negocio o no se tenga que modificar en exceso el trazado actual.

2.2.2. Tramo 2

En este tramo no existe ningún tipo de barrera física que pueda limitar la distribución del espacio. La limitación más cercana son unos campos de conreo situados a unos 17 m del lateral izquierdo de la calzada actual. Distancia suficiente como para colocar los elementos que se pretenden integrar.

En el lado derecho tampoco existe ninguna barrera que limite el espacio que se pueda ocupar hasta llegar a las vías del tren, situadas a unos 45 m de la calzada.

Por tanto, en este tramo, se podría escoger cualquiera de las alternativas.

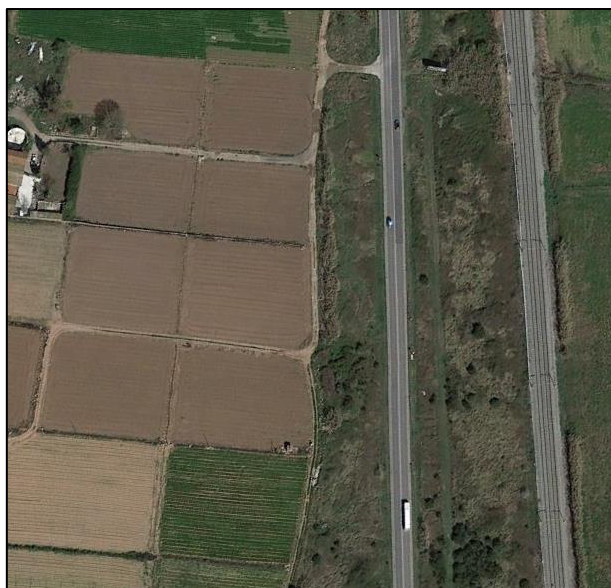


Figura 8. Espacio disponible en el tramo 2. Fuente: Google Earth.

2.2.3 Tramo 3

Al inicio de este tramo, a la salida de la glorieta, el espacio ocupado por la calzada es muy extenso. Con dos carriles por sentido y el cebreado situado entre ellos, alcanza una anchura de unos 23 m. De modo que en este tramo se podría redistribuir mejor el espacio ocupado por la calzada para dar cabida a los elementos que se pretenden introducir sin afectar en gran medida al campo adyacente.

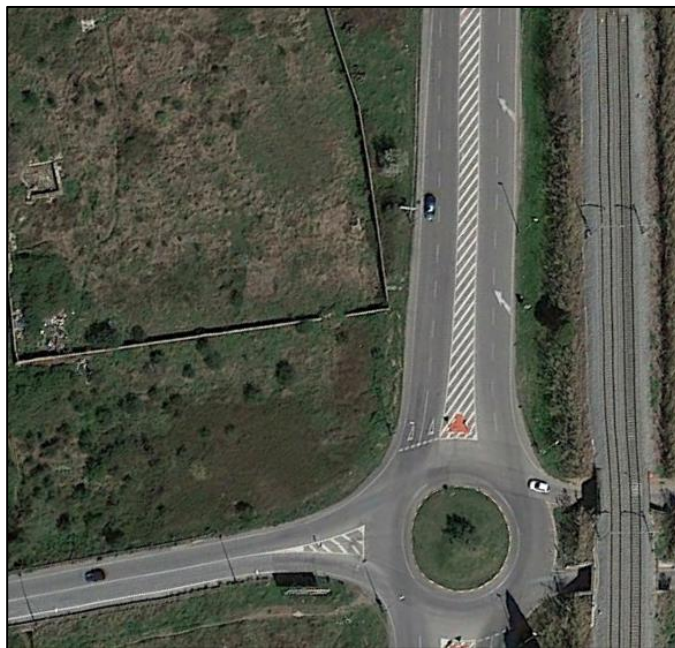


Figura 9. Espacio disponible al inicio del tramo 3. Fuente: Google Earth.

Alternativa 1: Carril bici y acera en el lado izquierdo de la calzada

Redistribuyendo el espacio de la calzada actual, esta alternativa es viable y no afectaría a los campos de conreo situados alrededor.

En la parte final del tramo, esta distribución del espacio afectaría al parking situado antes de la estación de servicio. Se tendrían que suprimir algunas plazas de aparcamiento, que quedarían ocupadas por el espacio destinado a la acera.

Alternativa 2: Carril bici y acera en el lado derecho de la calzada

Esta opción no es viable ya que el espacio de separación entre la calzada y la vía del tren es aproximadamente de 8 m, siendo insuficiente para dar cabida al total de la propuesta.

Alternativa 3: Carril bici en el lado derecho y acera en el lado izquierdo de la calzada

En cuanto espacio, no habría ningún problema para esta alternativa. Pero el carril bici y la vía del tren estarían demasiado cerca, a unos 4 m de distancia. Para los ciclistas, no resulta demasiado cómodo circular por un vía en la que a escasos metros circulan trenes a grandes velocidades y con bastante frecuencia.

Además, en el inicio de este tramo, en el lado derecho de la glorieta, no hay suficiente espacio para colocar un carril bici segregado del carril de circulación de vehículos. Además existe un desnivel considerable. Por estos motivos resulta peligroso colocar el carril bici en el lado derecho.

Alternativa 4: Carril bici en el lado izquierdo y acera en el lado derecho de la calzada

Debido a los mismos motivos que en el caso anterior, no es viable colocar en el lado derecho de la calzada la acera para los peatones.

2.2.4. Tramo 4

En este tramo se intentará afectar en la menor medida posible el parque situado en el lado derecho de la carretera y el cebreado del final del tramo, el cual se pretende convertir en plazas de aparcamiento señalizadas.

Alternativa 1: Carril bici y acera en el lado izquierdo de la calzada

En el lado izquierdo de la calzada existe actualmente una amplia acera de unos 10 m aproximadamente, en la que hay una zona de paso para los peatones y una zona ocupada por tierra y árboles. Este espacio resulta ideal para colocar el carril bici y habilitar la zona de tierra

para el paso de peatones. Además, la conexión del carril bici con el resto del municipio resulta más fácil por este lado, ya que mayor parte del municipio queda en este lado de la calzada.



Figura 10. Localización del carril bici y de la acera en el tramo 4. Fuente: Google Earth.

Esta resulta la opción más viable de los 4 casos posibles que se han ido viendo, ya que cualquiera de las otras 3 opciones implicaría la colocación del carril bici, de la acera o de ambos en el lado derecho, y esto entraría en conflicto con la idea de mantener intacto el parque y la zona de parking situados en el lado derecho de la calzada.



Figura 11. Localización del parque y del parking. Fuente: Google Earth.



Figura 12. Imagen del parking. Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 6

Solución adoptada

ÍNDICE

1. Introducción	1
2. Motivación del proyecto	1
2.1. Idea inicial.....	1
2.2. Condiciones de contorno	3
3. Descripción de la solución adoptada	5
3.1. Tramo 1	6
3.1.1. Acera	7
3.1.2. Carril bici.....	7
3.1.3. Paradas de autobús.....	8
3.1.4. Calzada	8
3.2. Tramo 2	9
3.2.1. Acera	9
3.2.2. Carril bici.....	9
3.2.3. Glorieta.....	9
3.2.4. Paradas de autobús.....	10
3.2.5. Calzada	11
3.2.6. Puente en la Riera dels Canyars	11
3.3. Tramo 3	12
3.3.1. Acera	12
3.3.2. Carril bici.....	12
3.3.3. Zona Verde	13
3.3.4. Calzada	13
3.4. Tramo 4	14
3.4.1. Acera y carril bici	14
3.4.2. Paradas de autobús.....	15
3.4.3. Zona de aparcamiento	15
3.4.4. Calzada	15

4. Sistema de iluminación	16
4.1. Aceras.....	16
4.2. Glorietas	16
4.3. Carril bici.....	16
5. Red de drenaje	17
6. Secciones tipo.....	17

1. Introducción

En este anexo se recogen tanto las ideas clave que han intervenido en la elaboración del proyecto, como la solución que ha resultado ser la más adecuada en base a estos conceptos.

2. Motivación del proyecto

2.1. Idea inicial

El proyecto de remodelación de la carretera C-245 entre Castelldefels y Gavá surge de la observación de la problemática existente en el ámbito de estudio y la voluntad de adaptarse y contribuir en los objetivos marcados en el Pla de Ponent aprobado por el Ayuntamiento de Gavá.

A partir de la observación de la problemática actual, se ha determinado que es necesario la creación de un carril bici y de una acera que una las dos ciudades. Con esto, se pretende enlazar la red de carriles bici de los dos municipios y que esta actuación sea un punto de partida para realizar dicha conexión y ampliar la red existente. Además, habilitando un espacio para la circulación de ciclistas se aumentará la seguridad de los mismos, factor clave teniendo en cuenta que actualmente circulan por una calzada en la que su seguridad se ve comprometida. A raíz de esta intervención, se favorece el uso de la bicicleta entre los municipios de la zona, potenciando la movilidad sostenible y proporcionando la infraestructura necesaria para que los ciudadanos se decanten por la bicicleta para moverse por esta zona del Área Metropolitana de Barcelona.

Lo mismo sucede con los peatones. Caminan por un tramo relativamente largo sobre un arcén muy estrecho. Teniendo en cuenta la gran cantidad de vehículos que circulan, muchos de ellos de gran tamaño, no es una opción segura. Con la acera este problema quedaría resuelto, además que se habilitaría una zona de paseo en un lugar tranquilo y alejado del centro de las ciudades, con el espacio suficiente para que pasen tanto familias como gente que busque un lugar por el que puedan realizar deporte, alejado de los puntos de mayor concentración de personas. De este modo también se potenciaría el desplazamiento a pie entre ciudades, fomentando unos hábitos de vida más saludables y un menor uso del vehículo privado. Se conseguiría, por tanto, descongestionar una vía por la que actualmente circulan una gran cantidad de vehículos.

Al añadir estos elementos en la carretera, se van a producir pequeñas modificaciones en su trazado. De modo que también se va a aprovechar para remodelar el pavimento actual y

colocar un sistema de drenaje de aguas pluviales. Con la nueva sección que se pretende implantar, el drenaje a partir de bombeo tal y como se realiza hoy en día resulta ineficiente. Además, sobre el espacio destinado a la acera se va a colocar un sistema de iluminación que dará luz tanto a la calzada como a los peatones. En aquellos tramos en los que la luz no alcance al carril bici, se colocaran pequeños elementos de iluminación en la franja de separación del carril bici.

Pla de Ponent

Una de las actuaciones que contiene consiste en la construcción de nuevos barrios en este tramo de la C-245 en el lado montaña. La propuesta que se pretende realizar, dotará a la carretera de un uso más urbano, de modo que se adaptaría sin problemas a las nuevas características que se pretende dar a esta zona. La carretera actual no dispone de los elementos necesarios como para ser una vía sobre la que alrededor se vayan a situar viviendas y barrios de nueva creación, ya que carece de todo tipo de accesos para aquellos modos de transporte que no sean motorizados. La siguiente figura muestra la propuesta de actuación del Pla de Ponent. Con una flecha viene marcado el lugar por el que transcurre la carretera C-245.



Figura 1. Propuesta de actuación del Pla de Ponent. Fuente: Ayuntamiento de Gavá.

2.2. Condiciones de contorno

Las condiciones de contorno del proyecto quedan definidas por los diferentes elementos situados alrededor de la calzada.

La mayor parte del ámbito del proyecto transcurre fuera de áreas urbanizadas, por lo que las tierras de conreo y zonas de campo ocupadas por vegetación es lo que más se encuentra en el recorrido de la carretera. Como ya se vio anteriormente en el *Anexo 5* mientras se analizaban las diferentes alternativas, al inicio del primer tramo y al final de los tramos 3 y 4, se encuentran barreras físicas que hay que tener en consideración, ya que no pueden o no se pretenden que sean modificadas. Se resumen en la siguiente tabla.

Tramo	Barrera física
1	Almacén Desigual (figura 2 y figura 3)
	Negocio jardinería (figura 4)
3	Vías de tren (figura 5)
	Parking de vehículos (figura 6)
	Estación de servicio (figura 6)
4	Acera existente (figura 7)
	Parque (figura 8)
	Zebreado (figura 8)



*Figura 2. Límites Almacén Desigual.
Fuente: Google Earth.*



*Figura 3. Vista del almacén Desigual en sentido Castelldefels.
Fuente: Elaboración propia.*



Figura 4. Límites negocio jardinería. Fuente: Google Earth.



Figura 5. Límite vía del tren. Fuente: Google Earth.



Figura 6. Límite parking y estación de servicio. Fuente: Google Earth.



Figura 7. Límite de la acera existente y de la zona de zebreado. Fuente: Google Earth

Los elementos que se han mencionado son los que se pretenden respetar y dejarlos tal y como se encuentran en la actualidad, sin invadir su espacio.

3. Descripción de la solución adoptada

En el siguiente apartado, se describe la solución que se ha considerado como la más adecuada, teniendo en cuenta las necesidades de la zona y las condiciones de contorno. En base a los objetivos de la remodelación, se han seleccionado de las alternativas presentadas en el anexo anterior las que mejor se adaptan a las condiciones de contorno y tienen continuidad a lo largo de todo el ámbito del proyecto de remodelación.

Hay que mencionar que la solución que se pretende implantar provoca un elevado contraste en cuanto a urbanización e impacto visual con los campos de conreo y vegetación existente en las zonas adyacentes del lado montaña. Para intentar reducir este efecto, se ha decidido por ampliar la superficie ocupada por la propuesta por una zona de hierba y árboles que pretende ser una zona de transición entre los terrenos actuales y la propuesta descrita en el presente proyecto. Esta zona ocupará una extensión de 5 m. Las Figuras 8 y 9 muestra una idea de cómo pretende ser esta separación.



Figura 8. Ejemplo de zona verde de separación que se pretende implantar en el proyecto. Fuente: Google Imágenes.



Figura 9. Ejemplo de zona verde de separación que se pretende implantar en el proyecto. Fuente: Google Imágenes.

3.1. Tramo 1

El final de la Avenida de la Constitución es un punto ideal para la localización de la entrada de un carril bici a la ciudad. La acera del lado montaña es suficientemente ancha como para que no se produzcan problemas entre peatones y ciclistas. Está dividida por la mitad por una fila de árboles, los cuales se pueden aprovechar para establecer la separación entre la zona peatonal y el carril bici. En Figura 10 se muestra el lugar donde quedaría ubicada la entrada del carril bici en Castelldefels



Figura 10. Ubicación del carril bici al final de la Av. de la Constitución (Castelldefels). Fuente: Elaboración propia.

De todas las alternativas posibles, la más viable resulta ser la tercera de ellas, carril bici en el lado derecho y acera en el lado izquierdo de la calzada. Es la opción que mejor se adapta al espacio disponible y da la mejor continuidad del proyecto con la salida del municipio.

3.1.1. Acera

El lado destinado para los peatones en el final de la Avenida de la Constitución está situado en el lado izquierdo de la calzada. De modo que para darle continuidad, la mejor solución es colocar la acera también en el lado izquierdo. Además, la glorieta intersecciona con la Avenida de la Habana Vieja, también situada en el lado izquierdo. Se trata de una avenida muy concurrida por peatones, con amplias aceras y mucha vegetación que le da un aspecto muy agradable para pasear.

En las zona de entrada del almacén Desigual, en la que los vehículos deberán pasar por la acera para acceder a la zona, se colocarán pasos elevados de peatones para dar prioridad a los mismos y que los vehículos deban ralentizar su marcha cuando pasen por el espacio destinado para el peatón.



Figura 11. Paso elevado para peatones. Fuente: Motorpasión.

3.1.2. Carril bici

A pesar de que la mejor localización del carril bici también es el lado izquierdo, la falta de espacio no permite esta colocación. Por tanto, se ha decidido situarlo en el lado derecho.

En Castelldefels, el posible futuro carril bici iría situado tal y como se muestra en la Figura 10. Antes de llegar a la glorieta situada al final de la Avenida de la Constitución, se efectuaría el paso al margen derecho de la calzada justo al lado del paso de peatones para que pueda entrar en el inicio del Tramo 1.

Al final del tramo en cuestión, antes de llegar a la nueva glorieta que se propone, el carril bici cambiaría de lado de nuevo, pasando al lado montaña hasta el final del proyecto. Esto es

debido a que en los tramos siguientes, tal y como se verá a continuación, el mejor lugar para ubicar el carril bici es, igual que la acera, el lado izquierdo.

3.1.3. Paradas de autobús

Se colocará el mobiliario necesario para las paradas de autobús de la zona. Además se proporcionarán apartaderos para que los autobuses puedan realizar las paradas sin influir la circulación de vehículos.

3.1.4. Calzada

A la salida de la glorieta se mantendrá el trazado de la calzada actual con su respectivo ensanchamiento. A medida que se vaya avanzado, se irá desplazando ligeramente hacia la izquierda, hasta llegar al límite necesario para entrar en consonancia con el siguiente tramo.

En las siguientes imágenes se puede ver la propuesta escogida para este tramo.

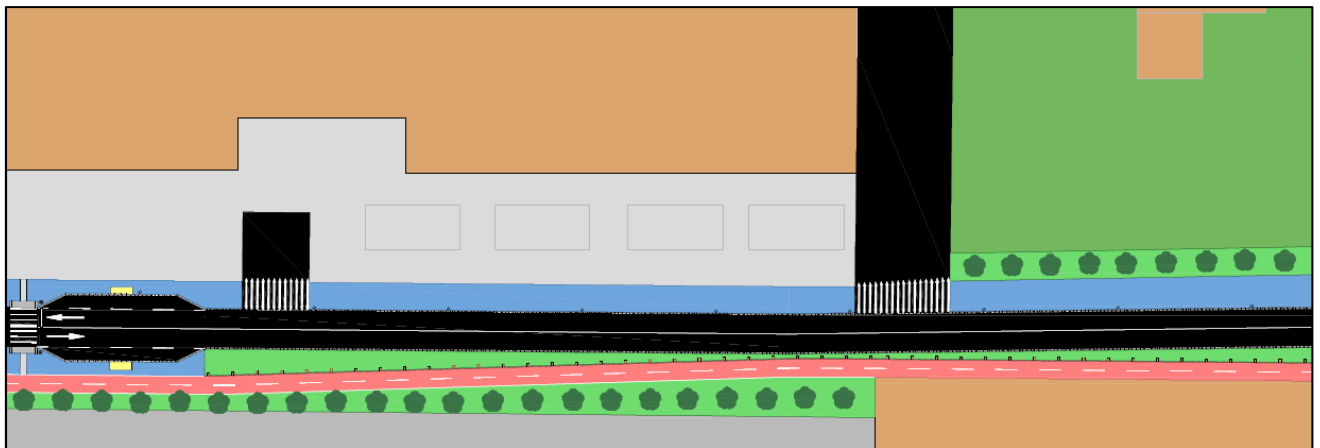


Figura 12. Solución escogida para el inicio del Tramo 1. Fuente: Elaboración propia a partir de AutoCad.

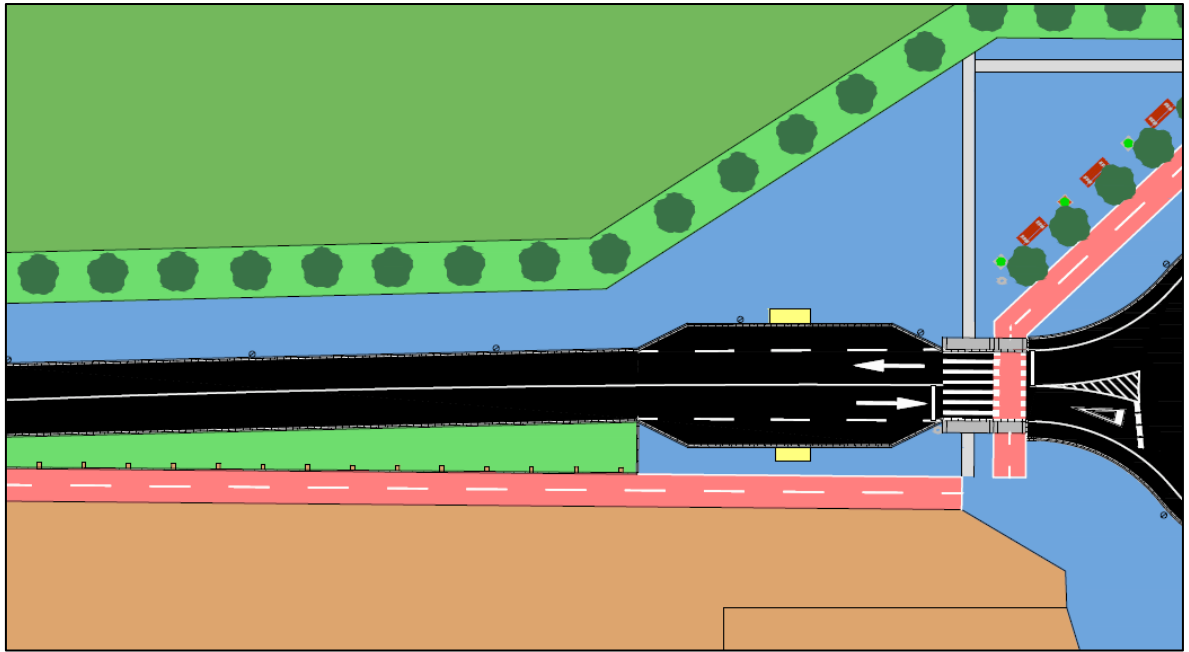


Figura 13. Solución escogida para el final del Tramo 1. Fuente: Elaboración propia a partir de AutoCad.

3.2. Tramo 2

En este tramo no existe ningún tipo de barrera física que pueda limitar la distribución del espacio.

3.2.1. Acera

Se va a continuar con la misma distribución que en el tramo anterior, acera en el lado izquierdo.

En las zonas en las que hayan entradas de vehículos a alguno de los terrenos del campo adyacente, también se colocarán pasos a nivel para los peatones.

3.2.2. Carril bici

En este tramo, se ha pasado al lado izquierdo porque más adelante resulta más viable esta opción. Así se consigue una continuidad en todo el ámbito del proyecto de aquí en adelante.

3.2.3. Glorieta

Al inicio del tramo se propone la construcción de una rotonda en la intersección con la calle Isaac Peral. Esta calle es muy utilizada ya que da acceso al Tanatorio de Gavá y al polígono industrial Camí Ral.



Figura 14. Intersección C-245 con la calle Isaac Peral y ubicación del Tanatorio y el polígono industrial Cami Ral. Fuente: Google Earth.

Los vehículos que circulan por la calle Isaac Peral para incorporarse a la C-245 se ven obligados a girar en sentido Gavá. Por lo que los que quieran dirigirse a Castelldefels deben girar a la derecha hasta que se encuentren con la glorieta situada más adelante para cambiar de sentido y volver para llegar a la ciudad.

Las personas que circulan en sentido Castelldefels y quieran acceder al polígono industrial o cercanías, tienen que llegar hasta la entrada del municipio y cambiar de sentido en la rotonda más cercana para después volver y acceder a la calle Isaac Peral. Lo mismo sucede con el club de hípica y la zona de viviendas situada en el lado montaña para los que circulan en sentido Gavá por la C-245.

Además, esta actuación también se tuvo en cuenta en la propuesta del Pla de Ponent.

3.2.4. Paradas de autobús

La rotonda también da lugar a una reubicación de la parada de bus situada en el lado montaña y una mejora de las condiciones de la misma, así como de la entrada que da acceso al club de hípica y a las viviendas. Aprovechando el desplazamiento de la calzada debido a la colocación de la nueva glorieta, se puede realizar un apartadero para la parada del bus del lado mar, de modo que los autobuses no estorben al tráfico cuando realicen paradas.

3.2.5. Calzada

A medida que se avanza sobre este tramo, el trazado de la carretera irá adaptándose hasta situarse sobre el que existe actualmente. De este modo, el puente que pasa por encima de la Riera dels Canyars se respeta en su totalidad y se mantiene tal y como se encuentra actualmente.

Al final del tramo se verá reducida la calzada actual ya que no resulta necesaria la entrada con dos carriles en la glorieta.

3.2.6. Puente en la Riera dels Canyars

Tal y como se ha mencionado anteriormente, se consigue respetar el puente y su estado actual para la calzada. Pero ahora, como la sección se ha visto incrementada, será necesaria la ampliación del mismo o la construcción de uno nuevo situado justo al lado para dar paso sobre la riera a peatones y ciclistas.

La anchura del puente actual es de 10,5 m, medida muy parecida a la que ocupan el carril bici y la acera con sus respectivos elementos de separación, que es de 10,2 m. Por tanto, para solucionar este problema, se construirá un puente de las mismas características y justo a continuación del existente, para poder seguir dando continuidad a la sección que se presenta.

A continuación se muestran imágenes que representan la solución escogida.

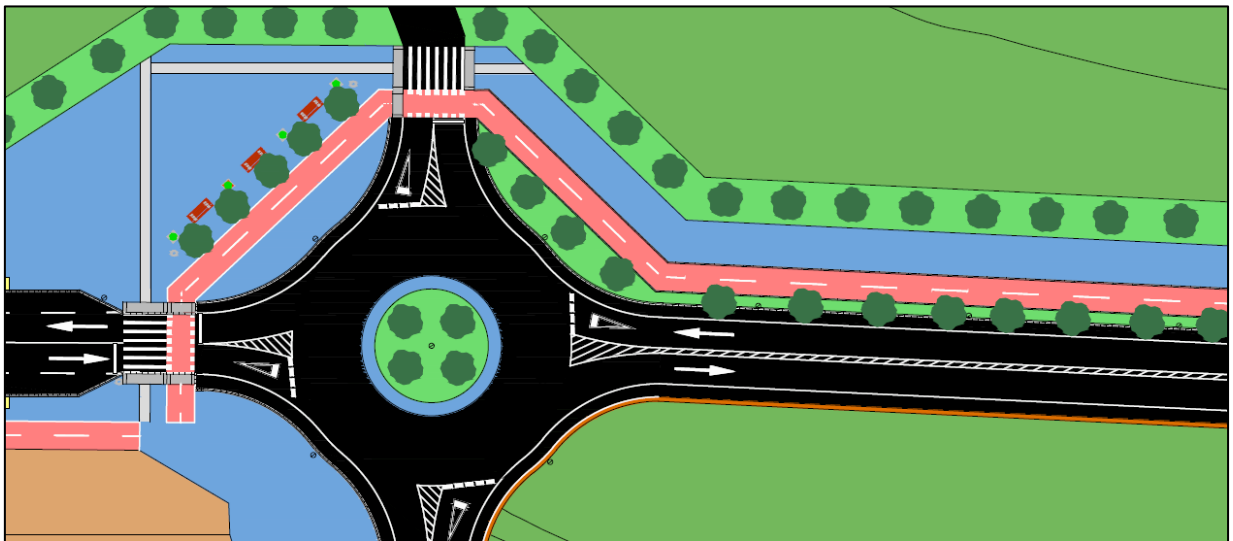


Figura 15. Nueva glorieta al inicio del Tramo 2. Fuente: Elaboración propia a partir de AutoCad.

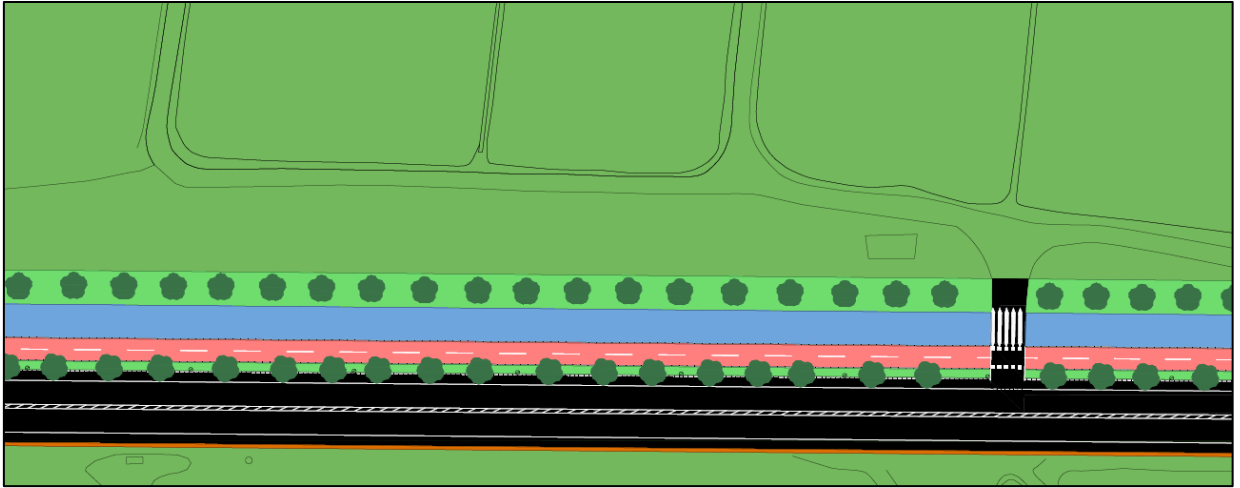


Figura 16. Solución escogida para el Tramo 2. Fuente: Elaboración propia a partir de AutoCad.

3.3. Tramo 3

3.3.1. Acera

De las alternativas propuestas, la que mejor se adapta a las condiciones de contorno del proyecto y tiene menor impacto en los alrededores es la primera de todas. Por tanto, se sigue situando en el lado izquierdo.

En este caso, hay un parking situado antes de la estación de servicio, el cual tendrá que verse reducido unos pocos metros para que la sección propuesta pueda mantener unas dimensiones adecuadas.

Se volverán a colocar pasos elevados para peatones en aquellas zonas en la que los vehículos necesiten invadir el espacio del peatón para dirigirse a la zona de aparcamiento o a la estación de servicio.

3.3.2. Carril bici

Como hay poco espacio entre la calzada actual y las vías del tren, la mejor solución es colocar el carril bici en el lado izquierdo. Por este motivo, la mejor ubicación para el carril bici es el lado montaña.

Por tanto, en este tramo se repite la misma sección que en el caso anterior.

3.3.3. Zona Verde

En este tramo, la separación entre el margen derecho de la calzada y la vía del tren es bastante reducido. Se va a aprovechar esta proximidad para retirar las cañas y los arbustos situados en esta zona para colocar en su lugar una zona verde igual que la que se muestra en las Figuras 8 y 9.

A continuación se muestran imágenes que corresponden a la solución adoptada para este tramo.

3.3.4. Calzada

Se van a suprimir los dos carriles por sentido que hay en las entradas y salidas de la glorieta situada al inicio del tramo, ya que se ha considerado que con uno es suficiente para dar cabida al tráfico existente. La siguiente imagen refleja como quedaría la glorieta después de esta modificación.

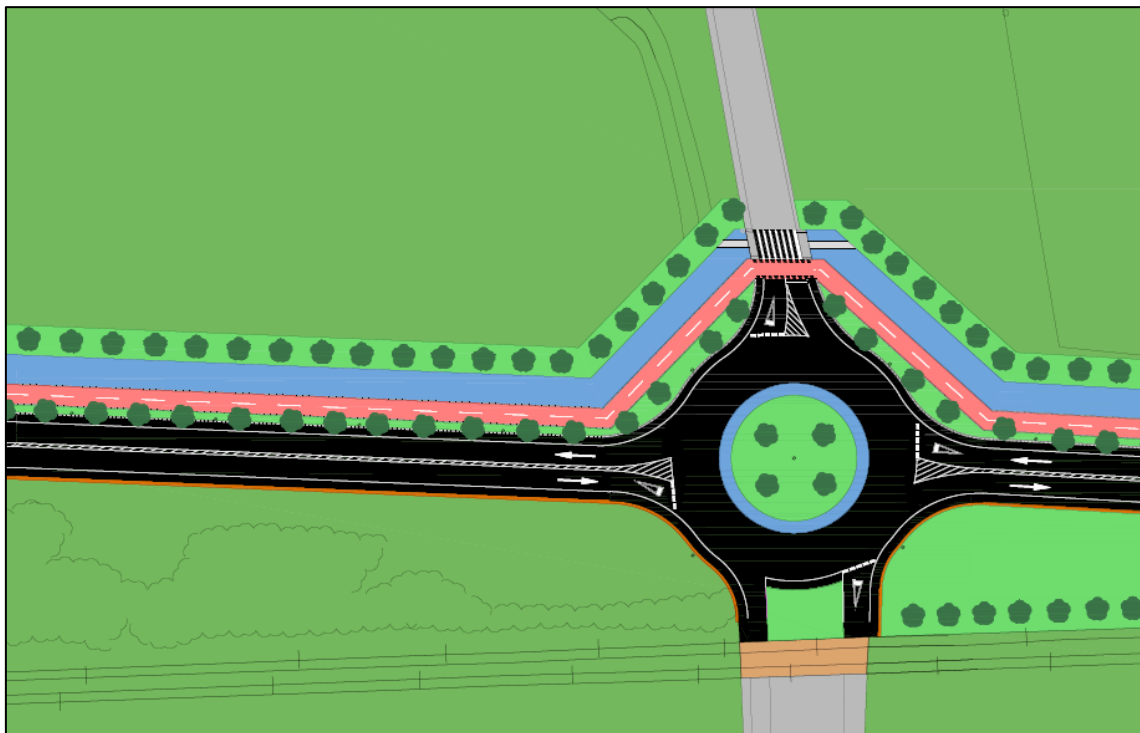


Figura 17. Glorieta del inicio del Tramo 3. Fuente: Elaboración propia a partir de AutoCad.

También se muestra cómo quedaría el resto del tramo.

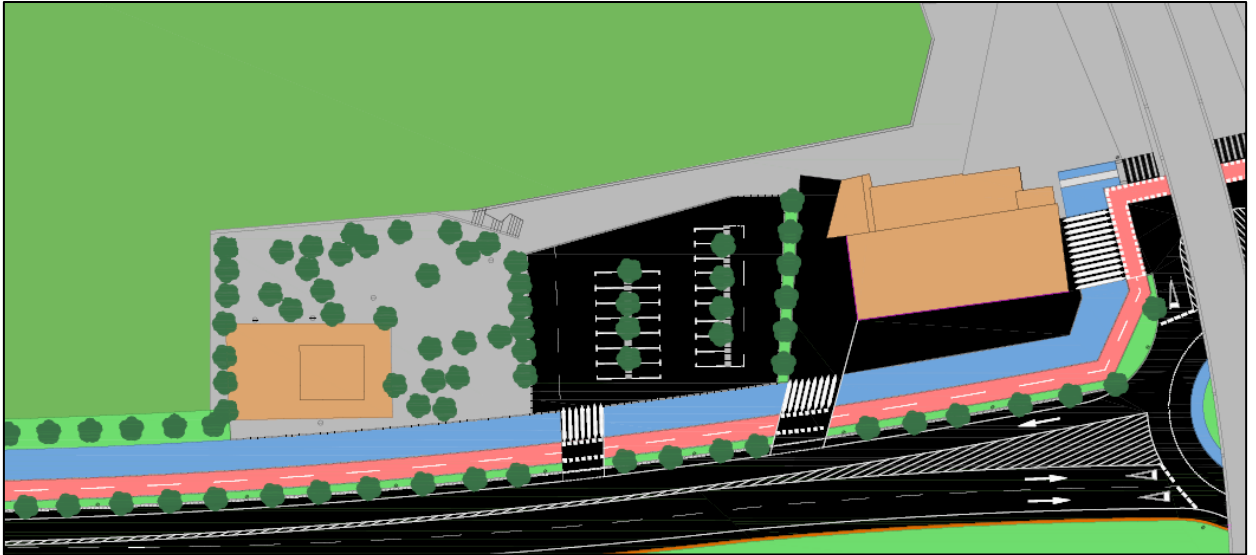


Figura 18. Alternativa escogida para el final del Tramo 3. Fuente: Elaboración propia a partir de AutoCad.

3.4. Tramo 4

En esta zona, se mantienen todos los elementos estructurales que existen actualmente. En el lado montaña, la acera situada delante del pequeño muro queda eliminada para dar lugar a una nueva zona verde, ya que actualmente no tiene ningún tipo de uso. Los peatones utilizan la acera situada detrás del muro para desplazarse de la zona, ya que está más alejada del tráfico y está rodeada de una vegetación que le da un aspecto agradable.



Figura 19. A la derecha, acera que se pretende substituir por una zona verde.
Fuente: Elaboración propia.

3.4.1. Acera y carril bici

La zona peatonal y el carril bici se sitúan detrás del muro existente.

3.4.2. Paradas de autobús

Las paradas de autobús también quedarán mejoradas. La que está situada en el lado mar, sufre un cambio completo, con la incorporación de una acera que dé más seguridad y fácil acceso a los usuarios, mientras que la de lado montaña sufre una pequeña reubicación para que la parada del autobús no estorbe la circulación del tráfico, gracias a un apartadero para los autobuses.

3.4.3. Zona de aparcamiento

Después de la parada de bus existente en sentido Gavá, se encuentra una zona de zebreado sin ningún tipo de uso. El proyecto propone la ubicación de plazas de parking señalizadas para solucionar esta mala utilización del espacio disponible.

A continuación se muestra una imagen que recoge las actuaciones anteriores.



Figura 20. Solución escogida para el Tramo 4. Fuente: Elaboración propia a partir de AutoCad.

3.4.4. Calzada

En este tramo se ha decidido mantener los dos carriles de circulación en la entrada de la glorieta en sentido Gavá, dado que la circulación de vehículos es más elevada en el resto de tramos. A la salida, también se han mantenido los dos carriles, pero uno de ellos más adelante será ocupado por el bus para realizar su parada, por lo que los vehículos deberán abandonar este carril antes de llegar a su final.

En sentido Castelldefels, se ha optado por colocar dos entradas en la glorieta. Una de ellas da acceso a la zona de servicio y a las calles situadas a la derecha del recorrido, mientras que en la

otra se entra en la glorieta para seguir la marcha en dirección a Castelldefels. Por tanto, se ha pasado de 3 carriles de circulación como es el estado actual a 2 carriles de circulación. En la salida de la glorieta, también se ha suprimido un carril.

4. Sistema de iluminación

4.1. Aceras

Se instalarán luminarias en todos los tramos del proyecto. A pesar de que al final del Tramo 3 y en el Tramo 4 actualmente ya existen, estas se reemplazarán por las nuevas que se colocarán en el resto de tramos. De este modo se pretende dar homogeneidad a todo el ámbito del proyecto y que dispongan todos los tramos de los mismos elementos.

El sistema de iluminación se colocará en el lado exterior de la acera o en la franja de separación vegetal del carril bici, según convenga (en el apartado 6 del presente anexo se puede observar la colocación en sección transversal de la iluminación en cada tramo). Las columnas sobre las que se aguantarán las luminarias tendrán dos salientes, uno hacia la calzada y otro hacia la acera. De este modo se proporcionará una mejor iluminación a ambos lados.

4.2. Glorietas

La instalación de alumbrado debe indicar a los usuarios la presencia del obstáculo que constituye una glorieta con la antelación suficiente, la situación y forma de la glorieta y el emplazamiento de las salidas de las distintas vías de tráfico. Los bordes de la calzada también deben ser visibles claramente.

Como la isleta de la glorieta no es de gran diámetro, se iluminará desde su parte central con una columna de brazo múltiple. La altura de montaje de los puntos de luz deberá ser igual a la de los puntos de la vía principal con las que confluye la glorieta a iluminar.

4.3. Carril bici

En el primer tramo, el único en el que el carril bici está situado en el lado derecho de la calzada, se colocará pequeños postes de iluminación sobre la franja de separación vegetal para dar una mayor visibilidad a los ciclistas.

En el resto de tramos, el carril bici se sitúa justo a continuación de la calzada, por lo que la iluminación instalada para iluminar la calzada se utilizará también para alumbrar el carril bici.

5. Red de drenaje

Debido a que la sección tiene dos puntos en los que se producen cambios de pendiente, se colocará debajo del firme 1 colector de evacuación de aguas pluviales.

Conducirá el agua hasta la Riera dels Canyars, una riera urbana que desemboca en el delta del Llobregat que tiene una cuenca de 17 km². Es el curso de agua más importante del delta del Llobregat que no tributa al río, sino que desemboca directamente al mar.

6. Secciones tipo

A continuación se muestran los diferentes tipos de secciones para cada tramo. En todos ellos se ha dibujado la alternativa escogida y a su vez, con una cierta transparencia, la sección actual. De este modo se pueden observar los cambios que se introducen y el nuevo espacio ocupado por las secciones que se proponen en el proyecto. También se pueden ver las pendientes transversales adoptadas y las anchuras de los diferentes elementos que componen la sección.

Tramo 1

Las secciones representadas en este tramo son las que se muestran en la siguiente figura.



Figura 21. Secciones representadas del Tramo 1. Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth.

La sección 1.1. representa la zona donde está situada la parada de autobús. Actualmente la acera en el lado izquierdo es inferior a 2 m de anchura y no tiene continuidad a lo largo del tramo. Antes de llegar a la entrada del almacén Desigual, desaparece dejando paso a zonas de hierba alta. En el lado derecho de la calzada se encuentra una zona pavimentada que llega hasta una valla que separa una zona de uso privado. No se le da ningún uso, por lo que se utiliza como zona de aparcamiento. Este parking se ha considerado a efectos del proyecto innecesario, ya que los trabajadores de las oficinas de la zona disponen de aparcamiento privado y en el lado derecho, al inicio de la glorieta, se sitúa una amplia zona de campo habilitada para aparcar.

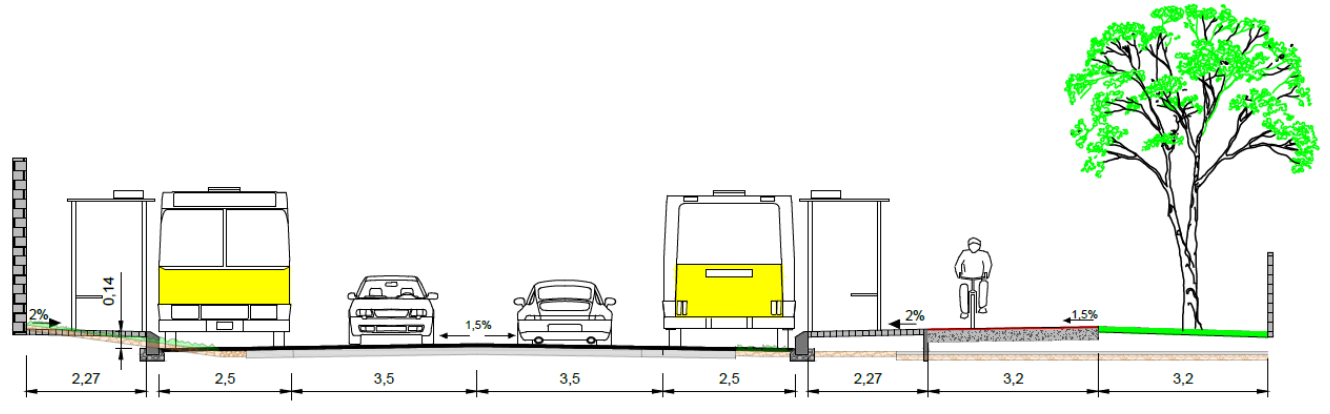


Figura 22. Sección 1.1. Fuente: Elaboración propia a partir de AutoCad.

La sección queda limitada en la izquierda por el muro de la zona de aparcamiento del almacén Desigual y a la derecha por unas vallas metálicas.

La sección 1.2. representa todavía el espacio delimitado por el almacén y las vallas de separación, pero sin las paradas de autobús.

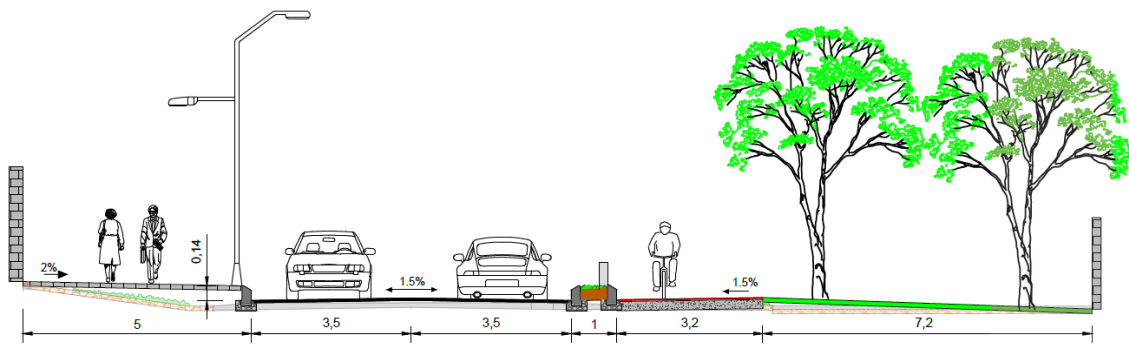


Figura 23. Sección 1.2. Fuente: Elaboración propia a partir de AutoCad.

La sección 1.3. ya se sitúa en campo abierto, de modo que a la izquierda se encuentran los campos de cultivo y a la derecha vallas que delimitan la zona ocupada por El Planter.

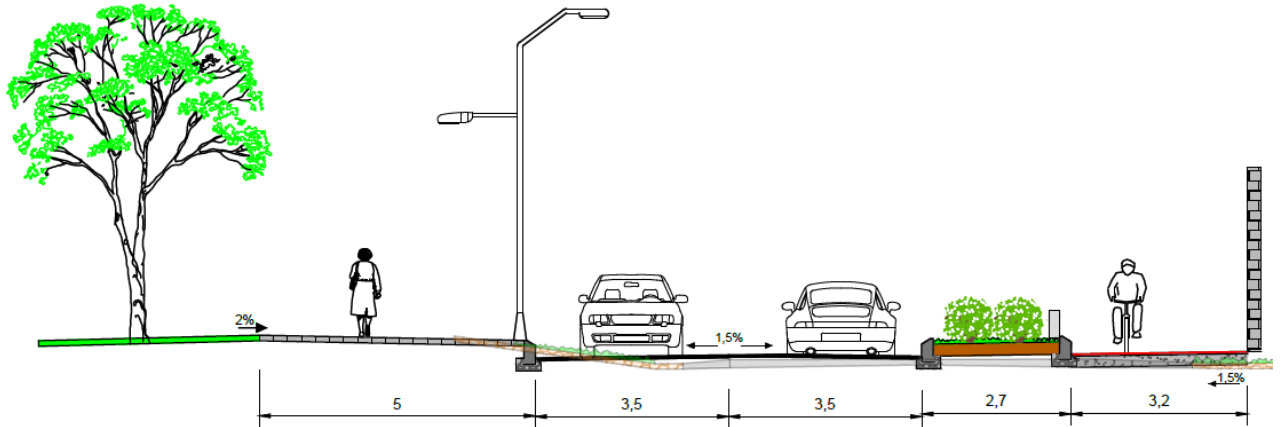


Figura 24. Sección 1.3. Fuente: Elaboración propia a partir de AutoCad.

La sección 1.4. se encuentra al final del tramo y es donde están situadas las paradas de autobús. Presenta las mismas condiciones de contorno que la sección anterior.

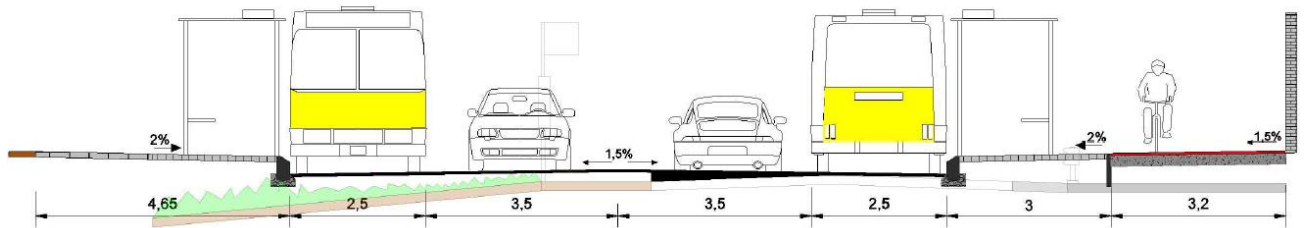


Figura 25. Sección 1.4. Fuente: Elaboración propia a partir de AutoCad.

Tramo 2

Para el Tramo 2, las secciones dibujadas son las que se muestran en la Figura 26.



Figura 26. Secciones representadas del Tramo 2. Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth.

Presenta unas características muy homogéneas en todo su recorrido. En los dos lados se encuentran zonas ocupadas por arbustos y hiervas. De modo que la sección propuesta también será la misma en todo el ámbito.

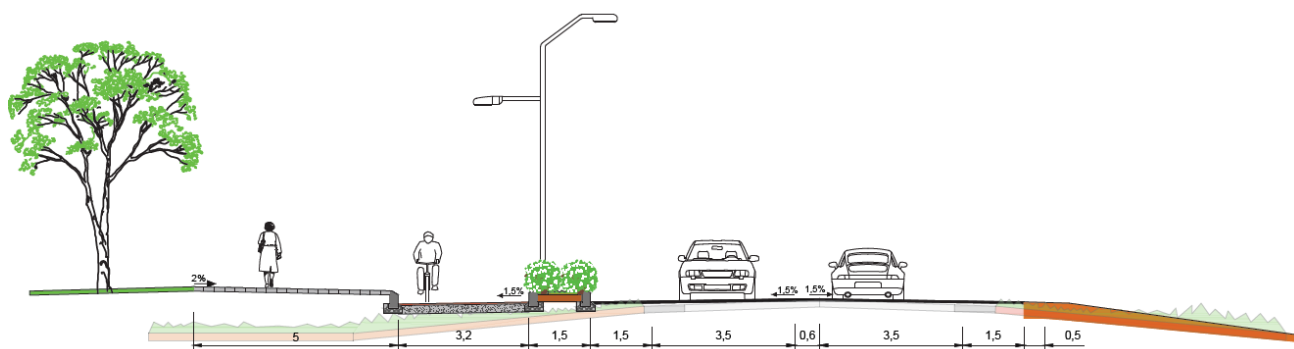


Figura 27. Sección 2.1. Fuente: Elaboración propia a partir de AutoCad.

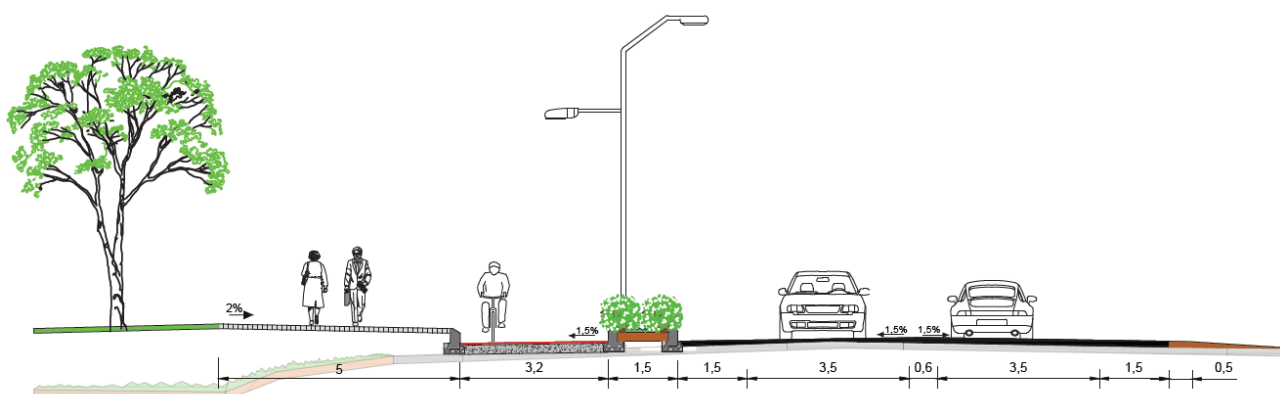


Figura 28. Sección 2.2. Fuente: Elaboración propia a partir de AutoCad.

Tramo 3

El inicio de este tramo presenta las mismas características que el tramo anterior. Como aspecto a destacar, en el margen derecho también se ha decidido por implantar una zona verde, igual que en el lado izquierdo. A continuación se enseñan las secciones dibujadas para este tramo.



Figura 29. Secciones representadas del Tramo 3. Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth.

Más adelante en este tramo se encuentran condiciones de contorno que hay que mencionar. La primera de ellas es un pequeño *skatepark*, el cual no se ve afectado tal y como se puede ver en la Figura 30. Lo mismo sucede con la estación de servicio situada al final del tramo.

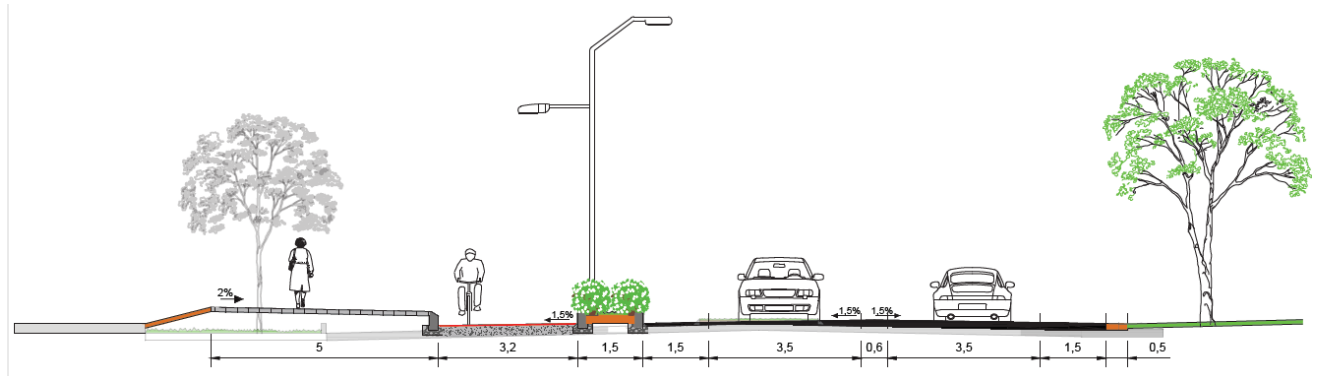


Figura 30. Sección 3.1. Fuente: Elaboración propia a partir de AutoCad.

Por otro lado, la zona de aparcamiento sí que se ve afectada. La acera que se propone en el proyecto ocupa la zona de circulación de vehículos, de modo que el parking deberá reducirse para crear una nueva zona de paso adyacente a la nueva acera. En la Figura 31 se puede ver la situación mencionada.

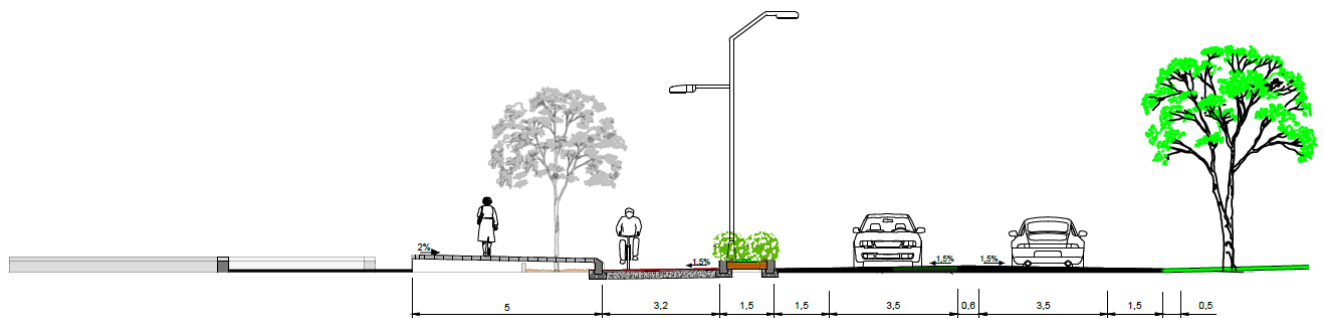


Figura 31. Sección 3.2. Fuente: Elaboración propia a partir de AutoCad.

Tramo 4

Este tramo está delimitado en el lado izquierdo por arbustos que separan una zona de aparcamiento para coches de la zona peatonal actualmente, y en el lado derecho también se encuentran arbustos que marcan el inicio de la zona del marque. En este ámbito, se dibujan las siguientes secciones.



Figura 32. Secciones representadas del Tramo 4. Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth.

Manteniendo el muro de separación entre la calzada y la zona peatonal, las secciones quedan definidas del siguiente modo. La siguiente figura representa la sección al inicio del tramo. En esta zona existen 2 carriles de circulación por sentido, los cuales se van a mantener. La sección es la misma que la actual, tan solo se introduce el carril bici y se mejora la zona peatonal eliminando el arbolado y la zona de tierra para colocar la acera.



Figura 33. Sección 4.1. Fuente: Elaboración propia a partir de AutoCad.

La Figura 34 muestra la sección en la zona del apartadero de la parada del autobús. El lado derecho es más ancho que el izquierdo ya que el apartadero se realiza por el mismo carril de circulación, ya que en el lado derecho se han dejado para este sentido. Por esta zona no continúa el muro de la sección anterior, ya que se permite el paso de peatones para que puedan acceder a la parada de autobús.

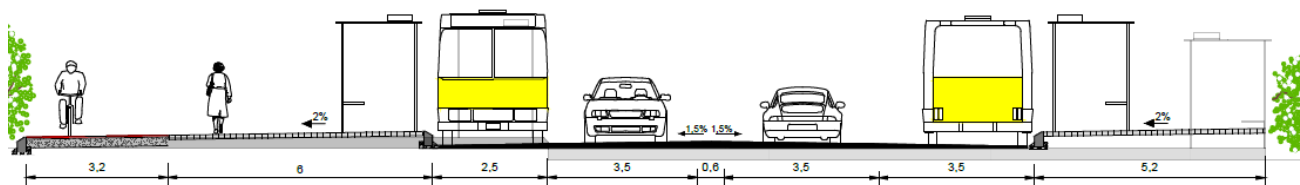


Figura 34. Sección 4.2. Fuente: Elaboración propia a partir de AutoCad.

Finalmente, en la última sección del proyecto es donde se pretende situar una zona de aparcamiento en diagonal. Para ello, se destinan 4,8 m sobre la calzada. También se incorpora una acera antes de llegar a los arbustos del parque para que las personas que aparken sus vehículos puedan desplazarse hasta los pasos de peatones.

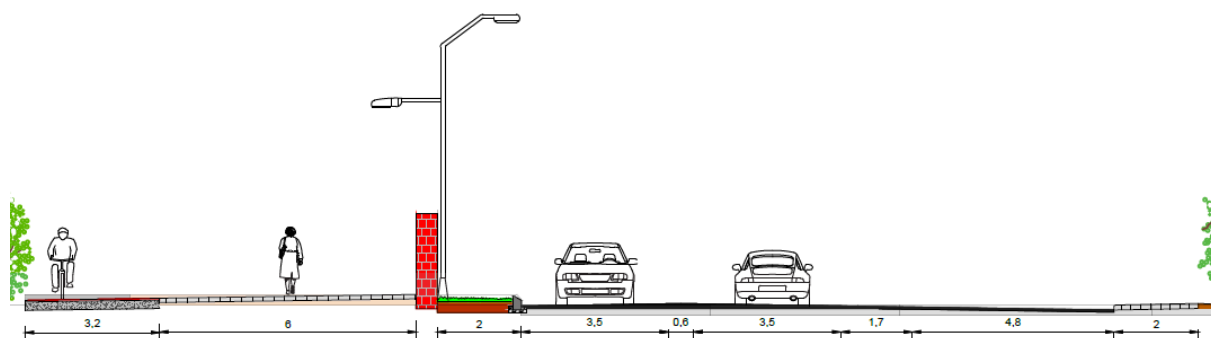


Figura 35. Sección 4.3. Fuente: Elaboración propia a partir de AutoCad.

ANEXO 7

Firmes y Pavimentos

ÍNDICE

1. Introducción	1
2. Descripción de los pavimentos adoptados	1
2.1. Pavimento destinado para el espacio del peatón.....	1
2.1.1. Explanada y pavimento	2
2.1.2. Pavimento para las franjas señalizadoras	3
2.1.3. Vados peatonales	6
2.2. Pavimento destinado para el espacio de la bicicleta	7
2.2.1. Explanada	7
2.2.2. Firme y pavimento	7
2.2.3. Proyecto	8
2.2.4. Proceso constructivo	11
2.3. Pavimento destinado para la calzada.....	13
2.3.1. Categoría de tráfico pesado	13
2.3.2. Formación de la explanada	13
2.3.3. Sección del firme	14
2.4. Pavimento destinado para la franja de separación vegetal.....	16
2.5. Pavimento para la zona de transición	17
2.6. Elementos de delimitación.....	18
2.6.1. Bordillos.....	18
2.6.2. Rigolas	20

1. Introducción

En este anexo se describen las características de los pavimentos utilizados en las diferentes áreas del proyecto, así como su colocación.

Ninguno de los dos ayuntamientos de los municipios que limitan el proyecto dispone de Ordenanzas Municipales que regulen alguno de los aspectos que se van a tratar a continuación. De modo que se van a adoptar las medidas que se crean oportunas para cada caso en particular.

2. Descripción de los pavimentos adoptados

Para presentar los diferentes pavimentos de una manera clara, se ha decidido clasificarlos en función de su usuario principal.

2.1. Pavimento destinado para el espacio del peatón

El tipo de pavimento escogido debe garantizar que los usuarios puedan desplazarse cómodamente y de forma segura. En el presente caso, debido a que el proyecto se desarrolla en un mismo ámbito y no hay zonas diferentes a otras o que tengan un uso diverso, se va a utilizar el mismo modelo para todos los tramos.

El pavimento para la acera que se ha seleccionado es la losa de hormigón. Es el más utilizado para dar una superficie a las aceras de las grandes avenidas en ambas ciudades. Por tanto, para darle continuidad a este modelo se ha escogido este tipo de pavimento.

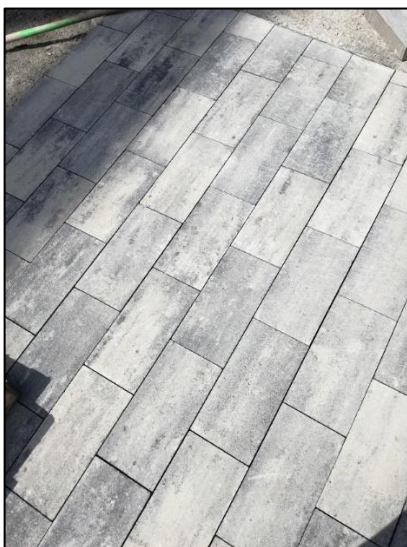


Figura 1. Losa de hormigón usada como pavimento para la acera. Fuente: Elaboración propia.



Figura 2. Losa de hormigón usada como pavimento para la acera. Fuente: Elaboración propia.

Son piezas de forma rectangular de 20 x 30 / 40 x 20 / 40 x 40 cm y 8 cm de grosor, del tipo vulcano de Breinco y color ceniza, colocado en sentido longitudinal o transversal.

2.1.1. Explanada y pavimento

Una buena elección y cálculo del firme es la base para conseguir una adecuada funcionalidad del pavimento. La categoría del tráfico, la calidad de la explanada (índice CBR) y la tipología del terreno natural determinan los espesores óptimos para las diferentes capas. De esta manera se evitan deformaciones y deterioros y se garantiza una mejor durabilidad.

El firme es la estructura constituida por un conjunto de capas superpuestas de distinto espesor y materiales, adecuadamente compactados. Estas estructuras son las que soportan las cargas. La calidad de un firme básicamente se mide en función de su capacidad portante (índice CBR) y su compactación durante la ejecución.

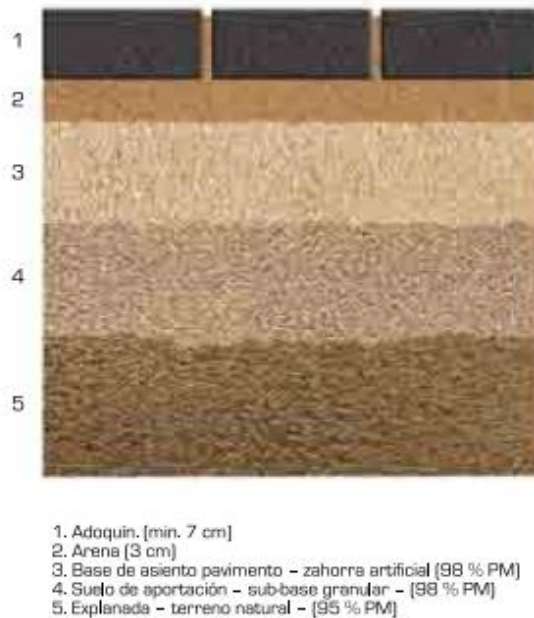


Tabla para el cálculo de secciones del firme Espesores de la base y sub-base granular en función del tráfico y la calidad del material (CBR)			
	Explanada		
	S1	S2	S3
Categoría del Tráfico	5 < CBR < 10	10 < CBR < 20	20 < CBR
C4 (0-4 veh.pesado/día)	20 cm 15 cm	15 cm	
C3 (5-14 veh.pesado/día)	30 cm 15 cm	15 cm	
C2 (15-24 veh.pesado/día)	35 cm 25 cm	20 cm	
C1 (25-49 veh.pesado/día)	40 cm [2 capas]	30 cm [2 capas]	20 cm

Figura 3. Ejemplo de la estructura de un firme. Fuente: ICA Sorigué.

El pavimento formado por losas de hormigón se apoyará sobre un terraplén natural y se dimensionará para aguantar un tránsito ligero (categoría de tráfico C4 de la Figura 3). A pesar de que los usuarios principales son los peatones, se tiene que evitar que se vea perjudicado en caso de que ciclistas o vehículos de bomberos o ambulancias invadan la acera. De modo que se seguirán las siguientes recomendaciones (acordes con la tabla de la Figura 3):

- La explanada natural no contendrá material vegetal y estará correctamente anivelada y compactada (CBR>5).
- Sobre la explanada natural se depositará una base de hormigón (HM-20) de 15 a 18 cm de grosor.
- Para fijar las losas a la base de hormigón se extenderá una capa de mortero de 20 a 30 mm de grosor. Se recomienda que este mortero sea de consistencia blanda y no seca. Las piezas deberán apoyarse completamente con esta capa por lo que tiene que estar perfectamente nivelada para que no hubieran roturas en las placas una vez entren en carga.
- Se dejarán juntas de 1,5 a 3,0 mm entre losas. Posteriormente se llenarán con mortero cementoso MASTER EMACO T-907 de BASF o equivalente.
- Se prohibirá el paso de personas durante 3 días después de la colocación del pavimento. No podrán circular vehículos auxiliares de obra hasta 3 semanas después.
- Es necesario evacuar el agua con pendientes mínimas de un 2% a fin de que no se forme agua estancada y perjudique la durabilidad del pavimento produciendo desplazamientos de la pieza, y en última instancia roturas.

2.1.2. Pavimento para las franjas señalizadoras

Las franjas señalizadoras son tramos de un itinerario peatonal, con pavimento de textura y color diferente al resto del itinerario. Su función es la de avisar, orientar y dirigir a las personas ciegas, con deficiencias visuales o con graves problemas de orientación. Se utilizan para indicar situaciones singulares a lo largo de un recorrido peatonal. Se enumeran a continuación los casos en los que resulta imprescindible la colocación de franjas señalizadoras dentro del ámbito del proyecto:

- Pasos peatonales. Las franjas se colocan en los vados que conforman el paso peatonal.
- Borde de andenes en paradas de transporte público. Se trata de bandas longitudinales que señalizan el cambio de nivel entre los andenes y las vías por las que discurren los vehículos.

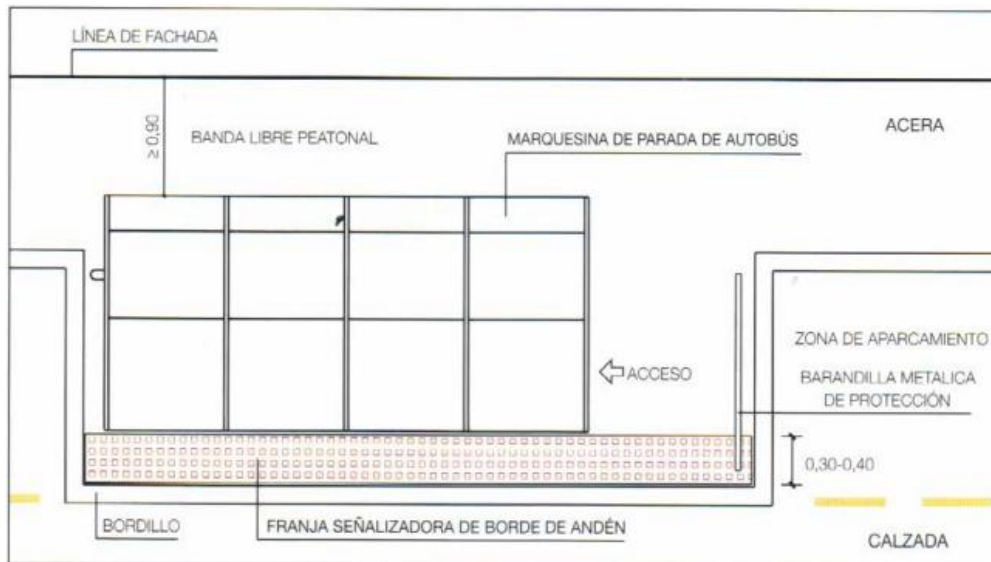


Figura 4. Franja señalizadora de borde de andén. Fuente: Manual de vados y pasos de peatones (Fundación ONCE)

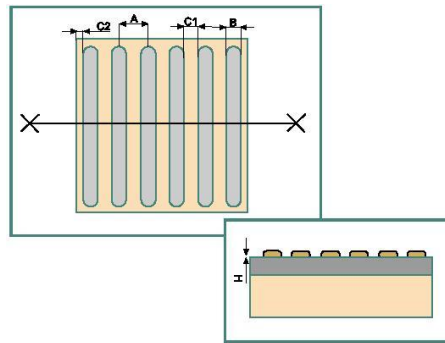
Requisitos dimensionales

En general, el ancho de las franjas señalizadoras será de 1,20 m. En cuanto a la longitud, deben atravesar todo el ancho del itinerario en el sentido perpendicular al de la marcha, para ser detectadas por el peatón mientras camina a lo largo del mismo. En el caso de andenes de paradas de autobús, deben recorrer toda la longitud de las zonas de embarque.

Requisitos de diseño

La geometría de las franjas señalizadoras ha de ser sencilla, preferiblemente de área rectangular, y se instalarán enrasadas con el pavimento circundante sin provocar más irregularidad que la del grabado de las piezas.

Lo más frecuente es que sean baldosas de bandas direccionales. Este tipo de baldosa se caracteriza por:



*Figura 5. Esquema pavimento franja señalizadora.
Fuente: Tecnopavimento*

- A (separación entre ejes de dos bandas longitudinales consecutivas) = 50 mm.
- B (anchura máxima banda longitudinal) = 25 mm.
- C1 (distancia entre dos bordes de bandas longitudinales) = 25 mm.
- C2 (separación del borde de la banda longitudinal al borde de la baldosa) = 12,5 mm.
- H (altura de la banda longitudinal) = 5 mm.

Siguiendo el ejemplo de la Figura 6, se va a seguir el mismo tipo de distribución en cuanto a la colocación de las franjas señalizadoras. La imagen ha sido tomada en una de las calles de Castelldefels, cuyo patrón de colocación de las baldosas de bandas direccionales se sigue en todos los vados peatonales de la localidad. Las dimensiones de las baldosas serán de 20 x 20 cm.

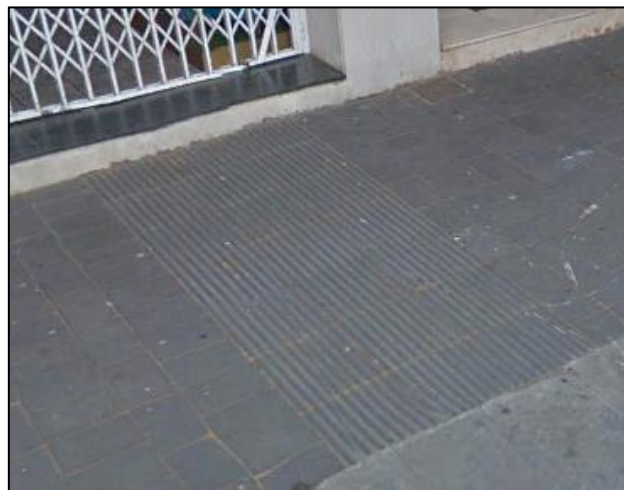


Figura 6. Franja señalizadora. Fuente: Elaboración propia.

2.1.3. Vados peatonales

Son las modificaciones de las zonas de un itinerario peatonal que, mediante planos inclinados que comunican diferentes niveles, facilitan a los peatones el cruce de las calzadas destinadas a la circulación de vehículos.

Los diferentes parámetros que definen un vado han sido regulados por las normativas autonómicas de accesibilidad. A continuación se muestran los valores para el diseño establecidos por la legislación vigente en el caso de Cataluña.

- Pendiente longitudinal máxima: 12%.
- Pendiente transversal máxima: 2%.
- Resalte máximo: no especificado.

El vado escogido para salvar el desnivel de la acera con la calzada es el vado de una rampa. Están formados por un único plano inclinado, con el 8% de pendiente máxima, y los consiguientes cuchillos laterales. Deben permitir una banda libre peatonal, no afectada por el vado, de 0,90 m de ancho mínimo.

Características generales

Están formados por piezas de hormigón de alta calidad. En la siguiente figura se definen los requisitos dimensionales:



Figura 7. Dimensiones de las piezas del vado peatonal. Unidades en mm. Fuente: ICA Sorigué.

2.2. Pavimento destinado para el espacio de la bicicleta

Siguiendo la misma idea que en el caso anterior, se va a utilizar el mismo tipo de pavimento para el carril bici en todos los tramos del proyecto.

Tomando como referencia el *Manual para el diseño de vías ciclistas de Cataluña*, se proyectará la explanada, el firme y el pavimento.

2.2.1. Explanada

La explanada estará constituida por terreno natural regularizado y compactado. Respecto a la coronación de los terraplenes es recomendable que el material esté clasificado, como mínimo, como suelo adecuado (según la clasificación PG-3) y con un grueso mínimo de 50 cm. Los suelos tolerables se podrán utilizar en los núcleos y cimientos de terraplenes, mientras que los suelos inadecuados no se utilizarán en ningún caso.

2.2.2. Firme y pavimento

Sobre la explanada, debidamente compactada y nivelada, se extenderán las capas de firme y pavimento. La calidad de la vía ciclista depende mucho del estado de la superficie, que debe garantizar una circulación cómoda y segura. A continuación se presentan varios aspectos a tener en cuenta:

- El pavimento debe tener una buena adherencia.
- Las tapas de pozos de registro y otras irregularidades tienen que estar niveladas con la superficie de la vía.
- Las juntas en pavimentos rígidos tienen que estar en buenas condiciones.
- Los encargados del mantenimiento tendrán que ocuparse de retirar la arena, la tierra, la suciedad y otros elementos que puedan causar accidentes.
- La orientación de las rejillas de drenaje debe ser perpendicular al sentido de circulación. Además, la separación entre las rejillas debe ser la mínima posible para evitar accidentes.

Los materiales que deben emplearse en la ejecución de pavimentos, así como su ejecución, tendrán que cumplir las prescripciones establecidas en el PG-3.

La superficie de rodadura que se ha escogido consiste en una de hormigón en masa, tendido directamente sobre la explanada o sobre una capa de material granular. El grueso de la losa puede variar en función de la calidad de la explanada y de si se coloca o no una capa de

material granular intermedia. Es recomendable disponer de juntas de retracción transversal cada 5 metros.

Se ha escogido el pavimento de hormigón por delante de otro tipo de superficies, como pueden ser los pavimentos bituminosos, por las siguientes ventajas que presenta.

- Ventajas medioambientales
 - Emplea recursos naturales locales prácticamente inagotables (no consume derivados del petróleo).
 - Permite el empleo de áridos reciclados.
 - Es reciclable en su totalidad al final de su vida útil.
 - Es un material muy durable, por lo que se evita el consumo de nuevos recursos y se reducen las emisiones de dióxido de carbono.
 - Requiere menor iluminación dada su claridad.
- Ventajas técnicas
 - Es una solución estructuralmente resistente, dimensionada para aguantar no sólo el tráfico ligero.
 - La construcción se realiza con medios humanos y materiales locales. Las preparaciones o reposiciones se pueden ejecutar sin dificultad, sin maquinaria específica y con el mismo material, textura y tonalidad.
 - Permite todo tipo de colores y terminaciones, adaptándose al entorno con una amplia variedad de soluciones.
- Ventajas económicas
 - Con un coste de construcción semejante al de otras soluciones, la durabilidad y resistencia están garantizadas durante varias decenas de años.
 - Las operaciones de mantenimiento son prácticamente innecesarias, siendo por tanto estos costes muy reducidos, así como la afección por dichas operaciones producen sobre los usuarios.

2.2.3. Proyecto

El proyecto de un carril bici debe contemplar particularidades técnicas asociadas tanto al material utilizado en su ejecución como a su uso:

- Tipo de hormigón

El hormigón utilizado es el HF-3,5. Es un hormigón con resistencia a flexotracción de 3,5 MPa a 28 días. Según la designación por propiedades de la EHE-08, sería equivalente a un hormigón

HA-25/B/TM/IIb. La consistencia del hormigón dependerá en gran medida del procedimiento de puesta en obra. Para colocación mecanizada con extendedora se utilizarán conos secos o plásticos (de 2cm de asiento en el cono de Abrams), mientras que si la colocación es manual será necesaria una consistencia blanda (alrededor de 8 o 10 cm de asiento).

El tipo de cemento recomendable será cualquiera de clase resistente 32,5 N.

Para darle un acabado en color, se va a utilizar un hormigón coloreado. La solución más económica es disponer un pavimento bicapa en el que sólo se colorea la capa superior de 4 o 5 cm (de modo que el tamaño máximo del árido utilizado no deberá superar los 12 o 16 mm respectivamente). Para ellos se emplean pigmentos dosificados entre el 3% y el 5% del contenido de cemento.

Los pigmentos deben ser inorgánicos, para que se mantenga la tonalidad. El color rojo oscuro, que es la tonalidad con la que se pretende dejar la superficie, se consigue mediante la adición de óxido de hierro. Las cantidades dosificadas de agua, arena, cemento y colorante en el hormigón deberán quedar registradas para que cualquier reposición se haga con hormigón igual y no se note. Cualquier modificación en el contenido de agua o en la relación agua/cemento tiene no sólo un efecto en la resistencia del hormigón, sino que además modifica su tonalidad.

- Secciones de firme

Para el diseño del firme se debe conocer las características de la plataforma de apoyo del mismo. En caso de tener baja capacidad de soporte, se deberá realizar el apoyo del firme con una capa de zahorra o de suelo estabilizado con cemento. La explanada se debe compactar, como mínimo, al 97% de la densidad máxima Próctor Modificado.

En función del tipo de explanada, las secciones de firme a proyectar pueden ser las correspondientes a una sección con bicapa de hormigón de la tabla siguiente:

CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA EXPLANADA	DETERMINACIÓN VISUAL DE LA CALIDAD DE LA EXPLANADA	CAPAS DE APOYO DEL PAVIMENTO DE HORMIGÓN	SECCIONES (ESPESORES MÍNIMOS EN CM)	
Mala (CBR <5)	Suelo con exceso de finos. Rellenos sin compactar previamente. Residuos de construcción.	30 cm de zahorra compactada o, 20 cm de suelo estabilizado con cemento	MONOCAPA 16 cm	BICAPA 6 cm 10 cm HF -3,5*
			14 cm	6 cm 8 cm HF -4,0*
Media (5 < CBR < 10)	Suelo granular. Suelo compacto que, húmedo, permite el tránsito aunque con huella y deformación.	Directamente sobre la explanada	MONOCAPA 16 cm	BICAPA 6 cm 10 cm HF -3,5*
			14 cm	6 cm 8 cm HF -4,0*
Buena (CBR > 10)	Pavimento existente. Suelo compacto que, húmedo, permite el tránsito sin huella	Directamente sobre la explanada	MONOCAPA 14 cm	BICAPA 6 cm 8 cm HF -3,5*
			12 cm	6 cm 6 cm HF -4,0*

Tabla 1. Tipos de sección carril bici. Fuente: IECA.

Las tierras que se utilicen en el terraplén tendrán que tener una capacidad de soporte como mínimo clasificada como “media”. De modo que la sección de firme a proyectar será directamente sobre la explanada y una capa de hormigón de 10 cm y otra de 6 cm coloreado.

- Juntas de contracción

La distancia entre las juntas de contracción no debe ser superior a 3,5 o 4 m. Por otra parte, se debe evitar la creación de losas muy alargadas.

Se pueden ejecutar de diversas maneras. Para evitar incomodidades con ruedas pequeñas, como la de los patines o monopatines, los cuales no sería de extrañar que pudiesen encontrarse circulando por este tramo, se ha decidido ejecutarlas mediante la inducción de la junta desde abajo. De este modo, se permite obtener una superficie prácticamente continua, mediante la colocación de elementos en el interior del hormigón que induzcan las fisuras hacia arriba, logrando que éstas sean de muy pequeño ancho e imperceptibles para la rodadura. La altura de este elemento, que puede ser de madera, porexpán, u otro material, deberá estar comprendida entre la tercera y la cuarta parte del espesor total del firme. Su colocación se puede hacer manualmente conforme se ejecuta la capa inferior, o bien disponerse previamente vertido el hormigón.



Figura 8. Junta de contracción en sección bicapa. Fuente: IECA.

- Juntas de dilatación

Son juntas de mayor espesor, necesarias cuando el pavimento esté limitado por algún elemento rígido. En este caso, el pavimento limita con el bordillo de la franja vegetal de separación. Por tanto, son necesarias.



Figura 9. Junta de dilatación en sección bicapa. Fuente: IECA.

- Terminación superficial

Existen una amplia variedad de posibilidades. Entre ellas, se ha escogido una terminación semipulida. Presenta una cierta rugosidad pero no es excesiva para el patinaje. Resulta excelente para bicicleta.

2.2.4. Proceso constructivo

- Preparación de la explanada

Se deben eliminar todos los materiales orgánicos que puedan descomponerse o ser inestables. Se debe asegurar una buena compactación con rodillo vibrante hasta alcanzar la densidad especificada. Además se debe realizar una buena nivelación y suprimir los puntos altos que impidan que el espesor real de la capa de hormigón sea como el mínimo proyectado.

Antes de extender el hormigón, es conveniente humedecer el terreno para evitar que éste absorba parte del agua del hormigón, o bien disponer de una lámina de separación de plástico.

- Colocación de los encofrados

Si se utilizan encofrados de madera es conveniente humedecerlos. Algunos encofrados metálicos permiten adoptar formas con relativa facilidad, aumentando la estética de la terminación.

- Delimitación de la zona

Evitar la entrada de peatones, animales o vehículos, sobre todo cuando el hormigón esté todavía fresco. Se debe proteger con cintas de plástico los elementos colindantes, como por ejemplo bordillos o fachadas, para evitar que éstos se ensucien.

- Extendido del hormigón

Puede realizarse manualmente o con extendedora. El método escogido es mediante una extendedora de encofrados deslizantes. Así se evitan problemas de planicidad asociados con una colocación defectuosa de los encofrados.

La vibración puede hacerse mediante vibrador de aguja o regla vibrante. En el caso del proyecto, en ser el pavimento bicapa, resulta más interesante combinar ambos, utilizando el vibrados de aguja para la capa inferior y la regla para la terminación superficial de la capa superior.

La ejecución de un pavimento bicapa debe cuidarse especialmente, con objeto de conseguir que las dos capas trabajen conjuntamente. Para garantizar su adherencia, hay que asegurar que no transcurran más de 30 minutos entre la puesta en obra de ambas. La capa inferior no debe quedar con una superficie totalmente lisa, para mejorar la adherencia. En caso de excederse el tiempo permitido para la colocación de ambas capas conjuntamente, éstas se deben unir mediante un producto adherente adecuado (por ejemplo, una lechada de cemento o una resina epoxi).

Nunca se debe añadir agua al hormigón. Se incrementa la relación agua/cemento aumentando la porosidad y reduciendo la resistencia. En este caso, además, la tonalidad del color se puede ver afectada si se varía dicha relación.

- Curado

Se debe evitar que el hormigón pierda la humedad necesaria para endurecer correctamente por lo que el curado es necesario en cualquier caso. El empleo de líquidos de curado en base a resinas permite simplificar el procedimiento tradicional de curado con agua.

2.3. Pavimento destinado para la calzada

La elección del tipo de firme se va a realizar acorde con la Norma 6.1 IC Secciones de Firme, de la Instrucción de Carreteras (BOE de 12 de diciembre de 2003). Esta norma se aplica a los proyectos de firmes de carreteras de nueva construcción y de acondicionamiento de las existentes. Por tanto, se seguirán las pautas marcadas en este documento para todas aquellas zonas de la calzada que no coincidan con la actual y que, por tanto, sean de nueva creación.

2.3.1. Categoría de tráfico pesado

La estructura del firme debe adecuarse a la acción prevista del tráfico, especialmente del más pesado. Por ello, la sección estructural del firme dependerá en primer lugar de la intensidad diaria de vehículos pesados (IMDp) que se prevea en el carril de proyecto. Dicha intensidad se utilizará para establecer la categoría del tráfico pesado. Para obtenerla, se ha consultado el *Pla d'Aforaments de 2014* elaborado por el *Departament de Territori i Sostenibilitat* de la *Generalitat de Catalunya*.

Observando la tabla de IMD proporcionada por el documento anterior, el único dato referente a la C-245 se encuentra a la altura del municipio de Sant Boi de Llobregat, en el punto kilométrico 12,500. En la tabla siguiente se muestran los valores obtenidos.

Código	Carretera	Pk	Población	IMD	% Pesantes	IMDp
32451208	C-245	12,500	Sant Boi de Llobregat	19.441	8,18	1.590

Tabla 2. IMDp carretera C-245. Fuente: Departament de Territori i Sostenibilitat

A los efectos de aplicación de la norma, se definen ocho categorías de tráfico pesado, según la IMDp que se prevea para el carril. La categoría correspondiente con la IMDp del proyecto es la T1.

2.3.2 Formación de la explanada

A la hora de definir la estructura del firme en cada caso, se establecen tres categorías de explanada, denominadas E1, E2 y E3. Estas categorías se determinan según el módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga (E_{v2}), obtenido de acuerdo con la NLT-357 "Ensayo de carga con placa". Dado que no se tienen datos del tipo de material que se va a utilizar para la explanada, se ha escogido el caso intermedio E2. En función del tipo de material que conforme la base, se tendrán los siguientes casos que se muestran en la Figura 10.

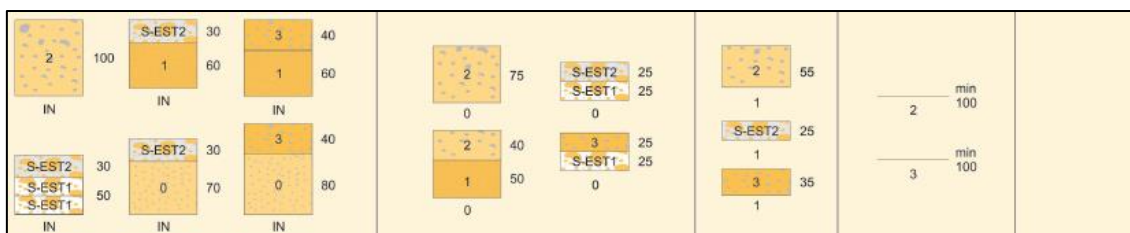


Figura 10. Formación explanada. Fuente: Norma 6.1 IC

El primer caso corresponde a una capa base formada por suelo inadecuado (IN), El segundo por un suelo tolerable (0), el tercero por un suelo adecuado (1), el cuarto por un suelo seleccionado (2) y (3) y el último por roca.

Para la capa superior utilizada en la formación de la explanada, se recomienda la consideración de los suelos estabilizados in situ, con cal o con cemento, frente a una aportación directa de suelos sin tratar.

Materiales para la formación de las explanadas

La siguiente figura define los materiales que se pueden utilizar en la formación de la explanada.

SÍMBOLO	DEFINICIÓN DEL MATERIAL	ARTÍCULO DEL PG-3	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS
IN	Suelo inadecuado o Marginal	330	- Su empleo sólo será posible si se estabiliza con cal o con cemento para conseguir S-EST1 o S-EST2.
0	Suelo tolerable	330	- CBR ≥ 3 (*). - Contenido en materia orgánica $< 1\%$. - Contenido en sulfatos solubles (SO_3) $< 1\%$. - Hinchamiento libre $< 1\%$.
1	Suelo adecuado	330	- CBR ≥ 5 (*) (**).
2	Suelo seleccionado	330	- CBR ≥ 10 (*) (**).
3	Suelo seleccionado	330	- CBR ≥ 20 (*)
S-EST1 S-EST2 S-EST3	Suelo estabilizado in situ con cemento o con cal	512	- Espesor mínimo: 25 cm. - Espesor máximo: 30 cm.

Figura 11. Materiales para la formación de explanadas. Fuente: Norma 6.1 IC.

2.3.3. Sección del firme

Para una categoía de tráfico T1 y una explanada del tipo E2, se extrae la sección correspondiente al firme de la siguiente tabla.

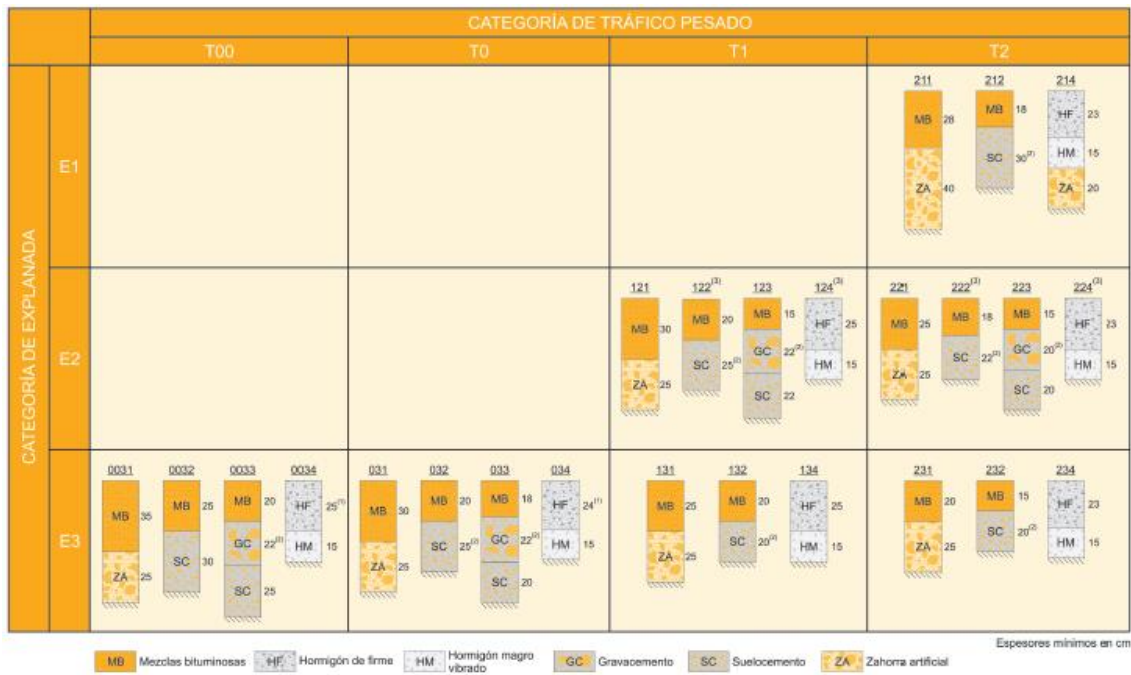


Figura 12. Secciones de firme. Fuente: Norma 6.1 IC.

Entre las opciones a escoger, se propone la sección 121. Se ha escogido esta sección dada su facilidad de construcción respecto a las otras.

La sección quedará definida de la siguiente manera:

- Cada de rodadura: 4 cm de mezcla bituminosa AC16 surf D B60/70.
- Riego de adherencia del tipo ECR-1 con una dotación de 0,6 Kg/m².
- Capa intermedia: 10 cm de mezcla bituminosa AC 22 bin D B60/70.
- Riego de adherencia del tipo ECR-1 con una dotación de 0,6 Kg/m².
- Capa base: 8 cm de mezcla bituminosa AC32 base S B60/70.
- Riego de adherencia del tipo ECR-1 con una dotación de 0,6 Kg/m².
- Capa base: 8 cm de mezcla bituminosa AC32 base S B60/70.
- Riego de imprimación del tipo ECL-1 con una dotación de 1,2 Kg/m².
- Base granular: 25 cm de zahorra artificial.

2.4. Pavimento destinado para la franja de separación vegetal

La idea de este espacio es dar una mayor sensación de seguridad a los ciclistas respecto del carril de circulación de vehículos y aprovechar para plantas que sean agradables a la vista. Para ello, se van a utilizar arbustos ornamentales. El objetivo es dar un aspecto a la vía similar al de la siguiente imagen.



Figura 13. Carril bici en Vancouver. Fuente: Ciclosfera.

El tipo de arbusto escogido es de la especie *Impatiens hawkeri* SunPatiens (figura 14 y 15). El color de sus flores en contraste con el verde o el rojizo de sus hojas, resistentes al sol, caracterizan a esta *alegría* originaria de Nueva Guinea. Se pueden cultivar con facilidad en el exterior. Necesitan entre 13º y 23º de temperatura, humedad ambiente, mucha luz y toleran bien el sol directo en las regiones más cálidas. Condiciones que se dan en la zona donde se emplaza el proyecto. Prefieren un suelo rico en materia orgánica, pero bien drenado. Según el clima, se comporta como una planta perenne o anual, por lo que puede brindar flores todo el año. De modo que en el lugar de ubicación del proyecto y el clima que se presenta, tendrá flores durante todo el año.



Figura 14. *Impatiens hawkeri* SunPatiens. Fuente: Grup Roig.

Necesitan que la tierra se mantenga siempre húmeda, pero no toleran el encharcamiento. Se puede encontrar en una amplia gama de colores: rojo, rosa, blanco, naranja, violeta, etc. De este modo, se podrán combinar colores en los diferentes tramos que engloba el proyecto, dotando a la vía de un aspecto más vivo y colorido.



Figura 15. *Impatiens hawkeri* SunPatiens color violeta. Fuente: Grup Roig.

No tiene especiales requerimientos de suelo, pero su desarrollo es mejor en tierra suelta, con mantillo y materia orgánica. En cuanto a la plantación, se deben sembrar las semillas directamente en el terreno distanciándolas de 10 a 15 cm, a 1 o 2 cm de profundidad. También pueden sembrarse en bandejas de germinación o pequeñas macetitas colocando una semilla por compartimento y proceder al trasplante cuando las plantas tengan unos 3 pares de hojas. Las semillas mantienen su viabilidad por más de dos años.

2.5. Pavimento para la zona de transición

Como ya se ha explicado anteriormente, el ámbito del proyecto estará rodeado en el lado izquierdo por una zona de transición entre los campos adyacentes y la acera. Sobre esta zona, se trasplantarán los árboles que debido a las necesidades de la obra tengan que ser retirados. Dado que no serán suficientes como para cubrir toda la longitud requerida, deberán comprarse nuevos. En la medida de lo posible, se intentarán conseguir árboles lo más parecidos a los ya existentes. En caso contrario, se plantará el *Pittosporum tobira* “pitósporo”. Son árboles que pueden alcanzar grandes tamaños y resultan ideales para la creación de zonas de sombra. Para ello, estos árboles también se irán alternando en la franja de separación del carril bici con los arbustos decorativos que se van a plantar, para la creación de zonas de sombra para los ciclistas.



Figura 16. Pitósporo. Fuente: Infojardín

Además, todo este terreno de la zona de transición estará cubierto por césped natural.

2.6. Elementos de delimitación

2.6.1. Bordillos

Se utilizan para marcar el límite entre la acera y el carril bici, y entre la franja de separación vegetal con el carril bici y la calzada.

El bordillo escogido es el correspondiente al modelo T. Dentro de ella, se pueden encontrar diferentes medidas. Para este proyecto, se van a utilizar los bordillos de la serie T-2. Proporcionan una altura adecuada para establecer una separación entre los diferentes ámbitos y para que los vehículos, tanto motorizados como no motorizados, no los sobrepasen. Sus medidas se muestran en la siguiente tabla.

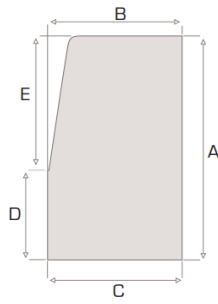


Figura 17. Dimensiones del bordillo.
Fuente: ICA Sorigué.

	T-2
Peso (kg/ml)	82
Altura total, A (mm)	250
Anchura superior, B (mm)	120
Anchura inferior, C (mm)	150
Punto, D (mm)	110
Altura, E (mm)	140

La longitud nominal de estos bordillos es de 1 m.

Colocación

La colocación de los bordillos es previa a la ejecución de los pavimentos que delimita. En el caso de que el paso de maquinaria pudiera deteriorar la estabilidad de los bordillos, se dispondrán cuñas o contrafuertes de hormigón para garantizar el buen estado, o se acotará la zona para evitar deterioros.

- Hormigón de la solera

Todo bordillo ha de recibirse en una cama o solera de hormigón hidráulico (H-125 ó H-150). Es imprescindible su realización en todos los casos, sin tener en cuenta el tipo de firme que delimiten.

El espesor de la solera estará situado entre los 15 y 20 cm. La anchura de la base será la del bordillo más 10 cm a cada lado del mismo. En caso de que uno de los firmes laterales sea flexible (zahorra, etc.) se ejecutará un refuerzo en forma de tacón o contrafuerte, detrás del bordillo, de unos 10 cm de fondo.

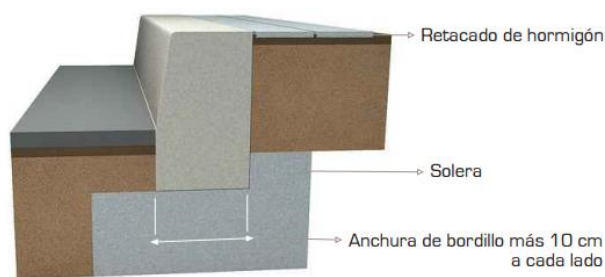


Figura 18. Colocación del bordillo. Fuente: ICA Sorigué.

- Mortero y colocación de los bordillos

El bordillo se recibirá en la solera mediante una capa de mortero de cemento y arena de río en la proporción de 1 a 3, respectivamente. Este mortero debe ser duro, de consistencia seca y cono de Abrahams inferior a 5 cm.

El bordillo se colocará manualmente a nivel. Debe dejarse un espacio de aproximadamente 5mm para la junta entre bordillos.

- Tratamiento de juntas

Las juntas se rellenarán con el mismo tipo de mortero que se usa para colocar el bordillo.

- Limpieza del bordillo

Tras la ejecución de los pavimentos y la extensión de mezclas bituminosas, se procederá a la limpieza de los bordillos. Es una operación necesaria para eliminar las manchas que hayan provocado las otras unidades de obra, consiguiendo un aspecto agradable y uniforme.

2.6.2. Rigolas

Esta pieza es utilizada para delimitar el pavimento y los bordillos. Su función es la de dar salida al agua de lluvia hacia los imbornales, y mejorar y definir el encuentro entre el bordillo y la calzada.

Se colocarán en el límite entre el carril bici y el bordillo de la acera y entre el bordillo de la franja de separación vegetal y la calzada, lugar de ubicación de los imbornales.

Sus características se definen en la siguiente tabla.

	Tamaño (mm)	Peso (kg/m ²)	Piezas/m ²
Rigola	200 x 200 x 80	186	11,3

Tabla 3. Dimensiones de las rigolas. Fuente: ICA Sorigué.

Colocación

Tiene una forma de colocación idéntica a la de los bordillos. Por tanto, la solera de hormigón se ampliará hasta alcanzar todo el ancho de la rigola. De modo que esta podrá colocarse encima mediante el mismo mortero utilizado para los bordillos.

ANEXO 8

Drenaje superficial

ÍNDICE

1. Introducción	1
2. Método de cálculo.....	1
2.1. Caudal de proyecto	2
2.1.1. Intensidad de precipitación.....	3
2.1.2. Coeficiente de escorrentía	4
2.1.3. Áreas de cada vía de circulación	5
2.1.4. Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación	5
2.1.5. Cálculo del caudal de proyecto	5
2.1.6. Cálculo del número de imbornales	6
3. Imbornales.....	7
4. Colectores.....	8
4.1. Comprobaciones hidráulicas	9
4.1.1. Capacidad hidráulica	9
4.1.2. Velocidad media del agua	10
4.1.3. Dimensiones de los colectores.....	10
5. Pozos de registro	11

1. Introducción

En este anexo se explica el dimensionamiento de la red de imbornales que permiten la evacuación de las aguas pluviales.

El sistema de transporte de aguas se ha planteado con el objetivo de transportar las aguas hacia la Riera dels Canyars, situada aproximadamente en el punto medio del ámbito del proyecto. Actualmente no existe ningún sistema de drenaje que evacúe las aguas superficiales mediante colectores. Todo el drenaje se lleva a cabo mediante el bombeo de la calzada hacia los campos situados alrededor de la misma.

Para la elaboración de este apartado, el proceso que se ha seguido se basa en lo expuesto en la norma 5.2 – IC Drenaje Superficial de la Instrucción de Carreteras del año 2016.

2. Método de cálculo

Se utiliza el método racional para calcular la distancia mínima entre imbornales.

Tal y como se puede observar en los dibujos de las secciones para los diferentes tramos, tanto la calzada, el carril bici y la acera están por encima del terreno natural circundante, por lo que la cuenca a considerar es la formada por las vías mencionadas anteriormente.

En las glorietas no será necesaria la implantación de un sistema de drenaje. En todas ellas, la pendiente es claramente favorable hacia una de las salidas. Estos puntos se encuentran en la primera salida que se encuentra en sentido Gavá en cada una de las glorietas, salidas que pasan por debajo del puente del ferrocarril. Por este motivo, la cota en estos tramos es inferior a la de la carretera principal y ya existe un sistema de drenaje subterráneo encargado de evacuar las aguas pluviales en estos puntos. A continuación se muestran imágenes referentes a esta situación.



Figura 1. Final de la calle Isaac Peral. Fuente: Elaboración propia.



Figura 2. Rotonda situada al final del tramo 2. Fuente: Elaboración propia

La Figura 1 muestra el final de la calle Isaac Peral. Al fondo de la imagen se situaría la localización de la nueva glorieta que se plantea en el proyecto. Tal y como se puede ver, existe una pendiente pronunciada hacia el lado derecho de la calzada. De modo que toda el agua que caiga sobre la zona irá a parar a la calle Isaac Peral, tal y como ya hace actualmente. Por otro lado, en la Figura 2 se observa el mismo caso en la glorieta situada al inicio del tercer tramo.

2.1. Caudal de proyecto

El caudal de proyecto es aquél que se debe tener en cuenta para efectuar el dimensionamiento de un sistema de drenaje superficial de una carretera. Se considera igual al caudal máximo anual correspondiente a un período de retorno de 25 años. Este valor es el que viene dado para el drenaje de plataforma y márgenes. Se calcula de la siguiente manera:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3,6}$$

Donde:

- Q_T (m^3/s): Caudal máximo anual correspondiente a un período de retorno T , en el punto de desagüe de la cuenca.
- $I(T, t_c)$ (mm/h): Intensidad de precipitación asociada a un período de retorno T , para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración t_c de la cuenca.
- C (adimensional): Coeficiente de escorrentía de la superficie considerada (carril bici, acera o calzada).
- A (km^2): Área de la superficie considerada.
- K_t (adimensional): Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

2.1.1. Intensidad de precipitación

Se obtiene por medio de la siguiente fórmula:

$$I(T, t) = I_d \cdot F_{int}$$

Donde:

- I_d (mm/h): Intensidad media diaria de precipitación correspondiente al período de retorno T.

$$I_d = \frac{P_d \cdot K_A}{24}$$

Siendo:

- P_d (mm): Precipitación diaria correspondiente al período de retorno T. Consultando la siguiente figura, se extrae que su valor es es aproximadamente 140 mm.

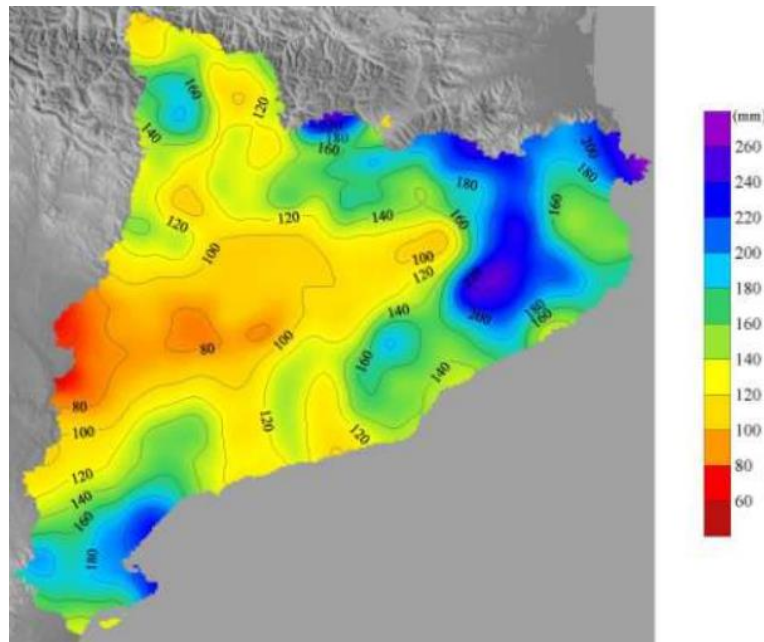


Figura 3. Precipitación máxima diaria. Fuente: Plan INUNCAT de la Generalitat de Catalunya.

Dado que no se ha podido obtener una tabla correspondiente a un período de retorno igual a 25 años, se ha utilizado la proporcionada por la *Agencia Catalana de l'Aigua*, con un período de retorno igual a 50 años.

- K_A (adimensional): Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca. En las zonas que el área sea inferior a 1km^2 , su valor será igual a 1. En los demás

casos, se calcula como $K_A = 1 - \frac{\log_{10} A}{15}$. En el ámbito del proyecto, ninguna de las zonas alcanza un área superior a 1km².

- F_{int} (adimensional): Factor de intensidad. Introduce la torrencialidad de la lluvia en el área de estudio. Se calcula como $F_a = \left(\frac{I_l}{I_d}\right)^{3,5287-2,5287 \cdot t_c^{0,1}}$. A partir de las tablas que aparecen en la Normativa, se puede obtener el valor del cociente I_l/I_d , que para la zona de costa del Mar Mediterráneo es igual a 11.
- T_c (horas): Tiempo de concentración. Calculado como $t_c = 0,3 \cdot L_c^{0,76} \cdot J_c^{-0,19}$. Dependiendo de cada tramo, se tendrán diferentes valores para la longitud del tramo (L_c) y de la pendiente media (J_c).

En la siguiente tabla, se resumen los valores anteriores para el ámbito del proyecto.

		L_c (km)	Anchura (km)	J_c	T_c (h)	F_{int}	Área (km ²)	P_d (mm)	I_d (mm/h)	I (mm/h)
Tramo 1	Acera + calzada	0,339	0,0150	0,00324	0,39	18,92	0,00509	140	5,83	110,39
	Carril bici	0,339	0,0032	0,00324	0,39	18,92	0,00108	140	5,83	110,39
Tramo 2.1	Acera + carril bici	0,347	0,0082	0,00202	0,44	17,82	0,00285	140	5,83	103,96
	Calzada	0,347	0,0106	0,00202	0,44	17,82	0,00368	140	5,83	103,98
Tramo 2.2	Acera + carril bici	0,459	0,0082	0,00719	0,42	18,11	0,00376	140	5,83	105,59
	Calzada	0,459	0,0106	0,00719	0,42	18,11	0,00487	140	5,83	105,59
Tramo 3	Acera + carril bici	0,306	0,0082	0,00392	0,35	20,14	0,00251	140	5,83	117,50
	calzada	0,306	0,0106	0,00392	0,35	20,14	0,00324	140	5,83	117,50
Tramo 4	Acera + carril bici	0,195	0,0082	0,00564	0,23	25,10	0,00160	140	5,83	146,43
	calzada	0,195	0,0160	0,00564	0,23	25,10	0,00312	140	5,83	146,43

Tabla 1. Resumen de los valores necesarios para el cálculo de la intensidad de precipitación (I)

Como en el tramo 2, aproximadamente en la mitad de su recorrido, se produce la desembocadura de la red de drenaje, este tramo se ha dividido en 2 partes. El tramo 2.1 corresponde al trozo situado en el lado más cercano a Castelldefels, mientras que el 2.2 es el del lado de Gavá.

2.1.2. Coeficiente de escorrentía

Se obtendrá mediante la siguiente formula.

$$C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 1\right) \cdot \left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 11\right)^2}$$

Donde aparece el siguiente parámetro nuevo:

- P_0 : Umbral de escorrentía

El valor del coeficiente de escorrentía que se escoge normalmente asociado a la calzada y las aceras es igual a 0,95.

2.1.3. Áreas de cada vía de circulación

Las áreas correspondientes a cada tramo para las diferentes secciones consideradas se muestran en la Tabla 1.

2.1.4. Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación

Se obtendrá a través de la siguiente expresión.

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

Ya se dispone del valor del tiempo de concentración. En la tabla siguiente se muestran los valores obtenidos.

		Kt
Tramo 1	Acera + calzada	1,022
	Carril bici	1,022
Tramos 2.1	Acera + carril bici	1,025
	Calzada	1,025
Tramo 2.2	Acera + carril bici	1,024
	Calzada	1,024
Tramo 3	Acera + carril bici	1,019
	calzada	1,019
Tramo 4	Acera + carril bici	1,011
	calzada	1,011

Tabla 2. Valores de Kt obtenidos.

2.1.5. Cálculo del caudal de proyecto

A partir de los valores obtenidos anteriormente, se puede pasar al cálculo del caudal de proyecto para cada tramo teniendo en cuenta el tipo de vía considerado.

		Qt (m3/s)	Qt(l/s)
Tramo1	Acera + calzada	0,151	151,33
	Carril bici	0,033	32,28
Tramo 2.1	Acera + carril bici	0,079	79,99
	Calzada	0,103	103,42
Tramo 2.2	Acera + carril bici	0,107	107,37
	Calzada	0,138	138,81
Tramo 3	Acera + carril bici	0,079	79,27
	calzada	0,102	102,49
Tramo 4	Acera + carril bici	0,062	62,49
	calzada	0,121	121,93

Tabla 3. Caudales de proyecto obtenidos.

2.1.6. Cálculo del número de imbornales

Primero de todo es necesario conocer la capacidad de captación de un imbornal. Se determina en función de la pendiente transversal de la vía en la que está situado. Para los imbornales utilizados, la capacidad de absorción varía de la siguiente manera:

Pendiente Transversal (%)	Caudales de paso, Q _p (l/s)
0,5	20
1	18
2	14
8	8
12	4

En el proyecto, las pendientes longitudinales son prácticamente nulas, mientras que la pendiente transversal es de 2% para las aceras y 1,5% en la calzada. Con esta combinación de valores, el caudal de paso seleccionado es el de 16 l/s.

Conociendo el caudal que circula en cada tramo para cada vía, y la capacidad de absorción de los imbornales, se puede establecer el número mínimo de imbornales (N_i) para cada tramo de la manera siguiente.

$$N_i = \frac{Q_t \left(\frac{l}{s} \right)}{Q_p \left(\frac{l}{s} \right)}$$

A continuación se presentan los resultados obtenidos para cada uno de los tramos.

		Ni
Tramo1	Acera + calzada	10
	Carril bici	3
Tramo 2.1	Acera + carril bici	5
	Calzada	7
Tramo 2.2	Acera + carril bici	7
	Calzada	9
Tramo 3	Acera + carril bici	5
	calzada	7
Tramo 4	Acera + carril bici	4
	calzada	8

Hay que tener en cuenta que los imbornales se distribuirán del siguiente modo:

- Carril bici o carril bici + acera: Se colocarán sobre el carril bici únicamente en el lado hacía donde se dirige la pendiente.
- Calzada o acera + calzada: Su distribución se hará en parejas, es decir, en los mismos puntos del tramo correspondiente pero en lados opuestos respecto el eje de la calzada.

3. Imbornales

Los imbornales escogidos son los que se muestran en la siguiente figura. Corresponden al modelo Barcelona de *Grup Fàbregas*.



Figura 4. Imbornal modelo Barcelona. Fuente: Grup Fàbregas.

A continuación se muestran las características dimensionales de este tipo de pieza.

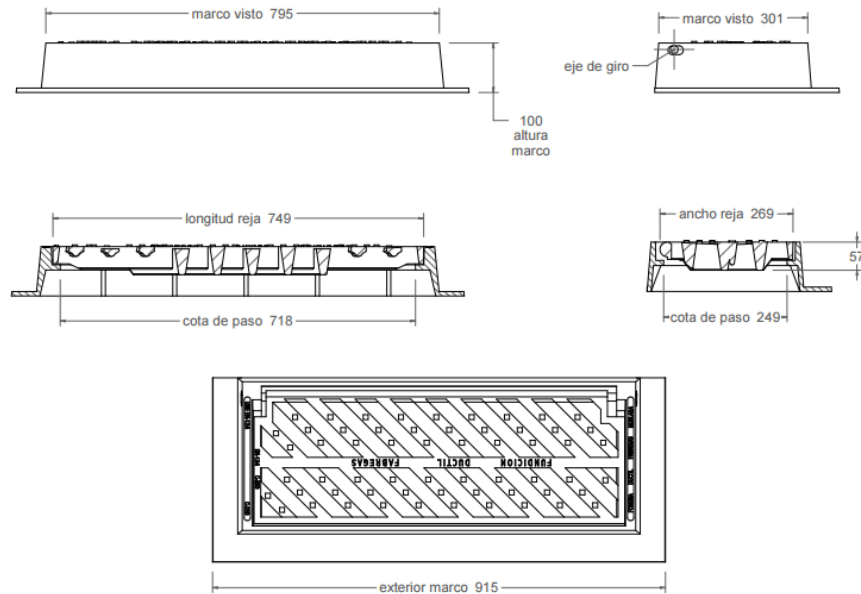


Figura 5. Características imbornal modelo Barcelona. Cotas en mm. Fuente: Grup Fàbregas.

4. Colectores

El sistema de transporte de aguas se ha planteado con el objetivo de transportar las aguas hasta la Riera dels Canyars. Para ello, es necesaria la instalación de colectores que conecten los imbornales y vayan a parar a la riera.

Están formados por tuberías prefabricadas de hormigón. Se componen de tramos de tubería situados entre arquetas o pozos. Se presentan a continuación los criterios utilizados en el diseño:

- La pendiente longitudinal de los colectores será del 2%, teniendo en cuenta que la pendiente debe estar comprendida entre el 0,5% y el 4%.
- La velocidad máxima de circulación del agua será de 6 m/s para evitar problemas de erosión, al tratarse de tuberías de hormigón.
- La velocidad mínima de circulación del agua será de 0,5 m/s para evitar problemas de sedimentación.
- El diámetro mínimo de los colectores debe ser de 400 mm.

Para determinar el diámetro de los colectores en el ámbito del proyecto, se deben realizar las comprobaciones hidráulicas que se muestran en el siguiente apartado.

Antes de realizar los cálculos, se ha hecho la siguiente división del ámbito del proyecto en dos sectores.

- Sector 1: Se recogen y se vierten las aguas de los tramos 1 y 2.1.
- Sector 2: Se recogen y se vierten las aguas de los tramos 2.2, 3 y 4.



Figura 6. División del proyecto en sectores. Fuente: Elaboración propia.

En la imagen anterior se observa el sector 1, de color blanco, y el sector 2, de color azul.

Se tendrán 2 tipos de colectores diferentes. Dado que el caudal vertido en el punto de desagüe no es el mismo para cada sector, se tendrán 2 diámetros diferentes.

4.1. Comprobaciones hidráulicas

Se deben cumplir simultáneamente las dos condiciones siguientes que aparecen en los apartados 4.1.1. y 4.1.2.

4.1.1. Capacidad hidráulica

La capacidad hidráulica en régimen uniforme y en lámina libre para la sección llena sin entrada en carga (Q_{CH}) debe ser mayor que el caudal de proyecto. Se ha diferenciado entre el caudal total que se vierte por el punto de desagüe que recoge las aguas del sector 1, y lo mismo para el sector 2.

$$Q_{CH_{1,2}} = \frac{J^{\frac{1}{2}} \cdot R_H^{\frac{2}{3}} \cdot S}{n} > Q_{t_{1,2}} \left(\frac{m^3}{s} \right)$$

Donde:

- J (adimensional): Pendiente geométrica del colector, igual al 2%.
- R_H (m): Radio hidráulico, calculado como el cociente entre el área del colector y el perímetro mojado.
- S (m²): Área de la sección transversal del conducto.
- n : Coeficiente de rugosidad de Manning. Para tubos de hormigón, su valor es igual a 0,015.
- Q_{t1} : Caudal total del sector 1. A partir de la Tabla 1, se extrae que su valor es igual a 0,367 m³/s.

- Q_{t2} : Caudal total del sector 2. También se obtiene en la Tabla 1, dando un valor de $0,612 \text{ m}^3/\text{s}$.

Los valores del radio hidráulico y del área de la sección transversal dependerán del diámetro del colector utilizado.

4.1.2. Velocidad media del agua

La velocidad media del agua para el caudal de proyecto (V_p) debe ser menor que la que produce daños en los colectores (V_{Max}). En el caso de colectores prefabricados de hormigón, el valor de la velocidad máxima admisible es de 6 m/s .

$$V_{P_{1,2}} = \frac{Q_t}{S} < 6 \text{ m/s}$$

4.1.3. Dimensiones de los colectores

Realizando las comprobaciones anteriores, se observa que los diámetros mínimos que cumplen ambas condiciones son los siguientes.

Sector 1

El diámetro mínimo obtenido es igual a 460 mm . Con este valor, las comprobaciones quedan de la siguiente manera.

$$Q_{CH_1} = 0,371 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} > 0,367 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$V_{P_1} = 2,21 \frac{\text{m}}{\text{s}} < 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Sector 2

El diámetro mínimo es igual a 560 mm , quedando las comprobaciones del siguiente modo:

$$Q_{CH_2} = 0,626 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} > 0,612 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$V_{P_2} = 2,49 \frac{\text{m}}{\text{s}} < 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

5. Pozos de registro

Sirven como acceso a la red para llevar a cabo tareas de mantenimiento y reparaciones. Además, también permiten cambios de direcciones de los colectores. Este segundo aspecto no es tan importante como el primero, ya que la mayor parte del ámbito del proyecto es rectilíneo, sin grandes cambios de dirección. De modo que para establecer la separación más adecuada para los pozos de registro se va a tener en cuenta únicamente la primera de sus finalidades.

En tramos rectos, es recomendable ubicar los pozos de registro a una distancia de 50 m entre uno y otro. En cuanto a las especificaciones técnicas, todos serán prefabricados de 90 cm de diámetro.

El apoyo de los pozos de registro deberá ser adecuado para que no se hunda el pozo una vez terminada la obra, evitando asentamientos diferenciales con respecto a la conducción. Para ello, es conveniente sanear el fondo. La losa de la base del pozo se debe apoyar sobre una capa de grava, que actúa como capa de apoyo y drenante. En caso de que no sea posible esta disposición, la solera del pozo se realizará “in situ”, de hormigón en masa y con un espesor superior a 20 cm. El hormigón utilizado será como mínimo un HM-20.

ANEXO 9

Sistema de iluminación

ÍNDICE

1. Introducción	1
2. Solución adoptada.....	1
2.1. Descripción del espacio a iluminar.....	1
2.2. Dimensionamiento de la red de iluminación	3
2.2.1. Calzada	3
2.2.2. Acera	3
2.2.3. Carril bici.....	5

1. Introducción

En el siguiente anexo se describe la instalación que permite la iluminación del espacio público ocupado por los diferentes tipos de vías proyectadas en el presente proyecto, así como los elementos que la forman.

Para la implantación del sistema de iluminación se ha seguido la *Orden circular 36/2015 sobre criterios a aplicar en la iluminación de carreteras a cielo abierto y túneles (Tomo I: Recomendaciones para la iluminación de carreteras a cielo abierto)*.

2. Solución adoptada

2.1. Descripción del espacio a iluminar

A continuación se describen los espacios a iluminar y su clasificación según el *Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior (Real decreto 1890/2008)* para cada tramo del proyecto.

El tipo de vía considerado para para cada zona de la sección propuesta es el siguiente:

- Acera: Espacio peatonal de conexión, calle peatonal y aceras a lo largo de la calzada. Paradas de autobús con zonas de espera.
- Calzada: Carretera interurbana con accesos no restringidos / vía colectora con una IMD situada entre 15.000 y 25.000.
- Carril bici: Independiente a lo largo de la calzada, entre ciudades en área abierta de tráfico normal.

Tipo de vía	Situación de proyecto	Clase de alumbrado
Acera	E1	CE2
Calzada	A3	ME2
Carril bici	C1	SE2

Tabla 1. Descripción del espacio a iluminar. Fuente: Real decreto 1890/2008.

Para las anteriores clases de alumbrado se especifican una serie de criterios de iluminación que se deben cumplir. Se muestran en las siguientes tablas.

Clase de Alumbrado	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas			Deslumbramiento Perturbador	Iluminación de alrededores
	Luminancia ⁽⁴⁾ Media L_m (cd/m ²) ⁽¹⁾	Uniformidad Global U_o [mínima]	Uniformidad Longitudinal U_{\square} [mínima]	Incremento Umbral TI (%) ⁽²⁾ [máximo]	Relación Entorno SR ⁽³⁾ [mínima]
ME1	2,00	0,40	0,70	10	0,50
ME2	1,50	0,40	0,70	10	0,50
ME3a	1,00	0,40	0,70	15	0,50
ME3b	1,00	0,40	0,60	15	0,50
ME3c	1,00	0,40	0,50	15	0,50
ME4a	0,75	0,40	0,60	15	0,50
ME4b	0,75	0,40	0,50	15	0,50
ME5	0,50	0,35	0,40	15	0,50
ME6	0,30	0,35	0,40	15	Sin requisitos

Tabla 2. Requisitos fotométricos aplicables para la clase A. Fuente: Real Decreto 1890/2008.

Clase de Alumbrado ⁽¹⁾	Iluminancia horizontal en el área de la calzada	
	Iluminancia Media E_m (lux) ⁽¹⁾	Iluminancia mínima E_{min} (lux) ⁽¹⁾
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1

Tabla 3. Requisitos fotométricos aplicables para la clase C. Fuente: Real Decreto 1890/2008.

Clase de Alumbrado ⁽¹⁾	Iluminancia horizontal	
	Iluminancia Media E_m (lux) [mínima mantenida ⁽¹⁾]	Uniformidad Media U_m [mínima]
CE0	50	0,40
CE1	30	0,40
CE1A	25	0,40
CE2	20	0,40
CE3	15	0,40
CE4	10	0,40
CE5	7,5	0,40

Tabla 4. Requisitos fotométricos aplicables para la clase E. Fuente: Real Decreto 1890/2008.


En el caso que ocupa el proyecto, de las tablas anteriores hay que fijarse en los datos correspondientes a las clases de alumbrado ME2, SE2 y CE2.

2.2. Dimensionamiento de la red de iluminación

Se han escogido el LED como método de iluminación para todos los tramos del proyecto. Utilizando el programa *LED Road Calculator*, proporcionado por Philips, se seleccionarán todos los componentes y se realizará el dimensionamiento de la red.

2.2.1. Calzada

Entre los modelos disponibles, se ha escogido el Arc LED. Introduciendo los datos en el programa, se obtienen los siguientes resultados.



Recommended product:	Arc 90 RetroLED 700-44 / 740 / MRN
Lighting Class:	ME2
Road/Street width:	7 m
Installation height:	8 m
Color temperature:	Neutral white
Overhang:	1
Tilt angle:	10
Maintenance factor:	0.97
Pole spacing:	24 m
L average:	1.51 cd/m ²
U0:	0.58
U1:	0.77
SR:	0.51
TI:	7.5 %
Luminaire wattage:	96 W
Yearly consumption:	384 kWh
Dimming:	250 kWh
Recommended product for CLO:	Not applicable (maintenance factor is higher than LED lumen depreciation).

Figura 1. Resultados del dimensionamiento para la calzada. Fuente: LED Road Calculator.

El espaciado entre las luminarias obtenido es igual a 24 m.

Los resultados obtenidos con el programa para la luminancia media (L_m), uniformidad global (U_0), uniformidad longitudinal (U_1), incremento umbral (TI) y relación entorno (SR) cumplen con los requisitos establecidos en la Tabla 2.

En el tramo 4 actualmente existe un sistema de iluminación que alumbra la calzada. Éste se substituirá por el que se propone en el presente proyecto, con el objetivo de dotar a todos los tramos de las mismas características en cuanto a iluminación y presentar un proyecto lo más homogéneo posible. Por otro lado, la iluminación colocada en el parque se mantendrá.

2.2.2. Acera

Para la acera, se van a distinguir tres diferentes situaciones que se dan a lo largo del recorrido del proyecto. Como la distribución del espacio no es la misma en todos los tramos, se tienen los siguientes casos.

Tramo 1

La acera está situada justo a continuación de la calzada en el lado montaña, de modo que la luminaria escogida para este tramo se sustentará sobre los mismos báculos que se utilicen para la iluminación de la calzada. De modo que se utilizará el mismo modelo que en el caso anterior, para que quede todo lo más uniforme posible. Los resultados obtenidos se muestran a continuación.


	Recommended product:	Arc 90 RetroLED 350-44 / 740 / NRN
	Lighting Class:	CE2
	Road/Street width:	5 m
	Installation height:	5 m
	Color temperature:	Neutral white
	Overhang:	1
	Tilt angle:	5
	Maintenance factor:	0.80
	Pole spacing:	24 m
	E average:	20.57
	U0:	0.43
	Luminaire wattage:	48 W
	Yearly consumption:	192 kWh
	Dimming:	125 kWh

Figura 2. Resultados del dimensionamiento para la acera en el tramo 1. Fuente: LED Road Calculator.

Todos los valores cumplen con los requisitos de la Tabla 4.

Tramos 2, 3 y 4.

En esta parte, la acera se encuentra a la izquierda de la calzada conjuntamente con el carril bici. En este caso, se escogerán los requisitos de fotometría considerados para la clase de alumbrado de la acera, ya que se tiene la misma disposición en el espacio como si el carril bici estuviese situado encima de la misma. El nuevo ancho para este dimensionamiento, por tanto, será de 8,2 m. Los resultados obtenidos para esta nueva distribución son los siguientes.


	Recommended product:	Arc 90 RetroLED 700-44 / 740 / MRN
	Lighting Class:	CE2
	Road/Street width:	8 m
	Installation height:	6 m
	Color temperature:	Neutral white
	Overhang:	1
	Tilt angle:	5
	Maintenance factor:	0.80
	Pole spacing:	24 m
	E average:	23.6
	U0:	0.54
	Luminaire wattage:	96 W
	Yearly consumption:	384 kWh
	Dimming:	250 kWh

Figura 3. Resultados del dimensionamiento en la acera en los tramos 2 y 3. Fuente: LED Road Calculator.

En este caso, como el espaciado entre luminarias sigue siendo el mismo que en el caso de la calzada, el báculo servirá de sustento para las dos diferentes luminarias. En este caso, la altura para la luminaria de la acera y el carril bici es 1 m más elevada que en el tramo 1. Esto es debido a que con esta altura se ha podido conseguir que el espaciado de luminarias coincida con el de la calzada y pueda utilizarse el mismo báculo para los dos. Los resultados obtenidos también cumplen los requisitos de la Tabla 4.

En el tramo 4, el lugar de ubicación de la parada de autobús y la zona de aparcamiento quedará alumbrado por los elementos que se introducen en el presente proyecto y los ya existentes en la zona del parque.

2.2.3. Carril bici

Tramo 1

El único tramo en el que hay que estudiar la iluminación en el carril bici es en el tramo 1, ya que se encuentra en el lado opuesto a la acera. Para ello, se va a alumbrar aprovechando la iluminación ya proyectada para la calzada y con bolardos de iluminación que se colocarán sobre la franja de separación y sobre la acera según corresponda. El bolaro utilizado es el que se muestra en la figura 4, y se colocaran a una distancia de 4 m entre ellos.



Figura 5. Bolardo para la iluminación del carril bici. Fuente: Blinker